

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОССТАНДАРТ РОССИИ
РОССИЙСКАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ
(технический университет)
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
КРЫМСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КИЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

XV

научно-техническая конференция
с участием зарубежных специалистов

ДАТЧИКИ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ
ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
«ДАТЧИК-2003»

посвященная 80-летию юбилею
основателя и первого ректора Московского государственного
института электроники и математики,
Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР,
Лауреата Государственной премии СССР,
доктора технических наук, профессора
Арменского Евгения Викторовича

**

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

май 2003 г.

единицах пенетрации, соответствующих целым числам десятых долей миллиметра.

Пенетрометр ПНБ-01 предназначен для определения пенетрации нефтяных битумов путем автоматического измерения глубины погружения в испытуемый образец стандартной по массе, форме и размерам иглы при заданной температуре и интервале времени. Результат измерения выражается в единицах пенетрации, соответствующих глубине погружения иглы и выражается целыми числами десятых долей миллиметра.

На рисунке 2 приведен внешний вид аппарата АКШ-1:



Рисунок 2 – Аппарат АКШ-1

Основными заказчиками данных приборов в настоящее время являются нефтеперерабатывающие и металлургические заводы, Локомотивное депо, г. Москва.

МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ПРОХОДЯЩЕЙ СВЧ МОЩНОСТИ

Волков В.М., Зайченко О.Б.

Харьков, ХНУРЭ, 61166, пр. Ленина, 14

В автоматизированных системах измерений основным требованием к выходному сигналу датчика является линейность его амплитудной характеристики изменения входной величины. На практике большинство датчиков имеет нелинейную функцию преобразования.

Из всего многообразия наиболее распространены несколько методов линеаризации, три из которых анализируются и сравниваются в данном докладе применительно к датчикам проходящей мощности: аппроксимация степенными функциями, метод электронных таблиц, метод сопряженных воздействий. Первый из них заключается в замене реальной характеристики датчика полиномом с известными коэффициентами, тогда прямое преобразование выполняется с реальной характеристикой, а обратное преобразование уже выполняется с аппроксимирующим полиномом, что может стать источником неточности измерений, если применять данную методику коррекции нелинейности датчика [1]. Второй метод основан на расчете электронных таблиц. В соответствии с этим методом заранее с достаточно малым шагом перебираются значения входной величины во всем диапазоне ее изменения, калибровкой или иными методами определяют значения выходной величины. Тогда для обратного перехода достаточно обратиться к ячейке, соответствующей данному значению выходной величины и получить соответствующую ей входную величину. Основным недостатком данного метода является старение датчиков, приводящее к росту погрешности [2].

Третий метод – метод сопряженных воздействий позволяет добиться в коррекции нелинейности наиболее весомых результатов. Изменение характеристики датчика в процессе его длительной эксплуатации не влияют на точность измерений x , потому что текущие изменения ΔS_x от нестабильности, а также от нелинейности градуировочной характеристики компенсируются расчетом нормированной кру-

тизны при каждом значении измеряемой величины x . Концепция основана на избыточности измерений и реляционной модели датчика, которая состоит в следующем. На этапе пуско-наладочных работ, когда на объекте контроля смонтирован датчик с известной градуировочной характеристикой, калиброванному значению измеряемой величины x_n будет соответствовать определенный код. При измерении текущих значений x возникают отклонения крутизны преобразования датчика относительно S_n из-за нелинейности градуировочной характеристики.

Уравнение преобразования канала можно привести к безразмерному виду, если обе его части разделить на калиброванное значение измеряемой величины. Так как в этой модели используется отношение кодов, ее можно назвать реляционной.

Для определения изменения крутизны ΔS_x относительно S_n необходимо провести дополнительные измерения в окрестностях калибровочной x_n и измеряемой x величин путем изменения их на одну и ту же небольшую величину. Обратным преобразованием кода формируют прирост калибровочной величины $\Delta x_0 = \beta N_1$, где β – коэффициент обратного преобразования, а Δx_0 дополнительно изменяет x_n не более, чем на 3-10%. При таких условиях можно считать, что дополнительные измерения осуществляются при той же крутизне преобразования, что и основные. По кодам основного дополнительного измерений определяют разность, пропорциональную крутизне градуировочной характеристики в окрестностях измеряемой величины.

Эту разность можно привести к безразмерной форме, путем деления. Тогда результат измерений не зависит от изменения крутизны преобразования S в окрестностях значений измеряемой величины x и относительно калибровочной величины x_n , если обеспечить постоянство смещения Δx_0 при калибровке и измерениях. При этом точное значение $\Delta x_0 = \text{const}$ может быть неизвестным. Использование этой модели позволяет отказаться от запоминания и хранения в памяти ЭВМ градуировочной характеристики датчика.

Таким образом, реляционная модель позволяет стабилизировать и линеаризовать характеристику преобразования канала по x относительно калиброванного значения измеряемой величины x_n .

С одной стороны можно утверждать, что описанная методика применима для любых типов датчиков. С другой стороны основным условием ее применения является возможность создания сопряженного воздействия. Проанализировав ряд датчиков мощности СВЧ с нелинейной функцией преобразования, а именно ферритовые термоэлектрические, болометрические, гальваномагнитные на аномальном эффекте Холла, пондеромоторные, пирозлектрические, на основе поглощающей стенки, можно их классифицировать по признаку сопряженного воздействия [3-6]. Сопряженное воздействие возможно для терморезистивных датчиков, так как это активные датчики. А для таких датчиков как диодные головки или диоды создание сопряженного воздействия не представляется возможным. В соответствии с принадлежностью к разным классам рекомендуется дифференцированный подход и к коррекции нелинейности характеристик датчиков.

В датчиках проходящей мощности СВЧ нового типа, разработанных в ХНУРЭ, используется принцип поглощающей стенки. Сигнал батареи пленочных терморезистивных диодов пропорционален проходящей в нагрузку СВЧ мощности. При больших уровнях мощности поглощающая стенка может нагреваться до стадии возникновения нелинейных эффектов в датчике или в батарее терморезистивных диодов.

[5,6], тогда для коррекции амплитудных характеристик таких датчиков можно рекомендовать метод сопряженных воздействий.

Список литературы:

1. Егоров А.Б., Овчинников И.К. Определение эмпирических характеристик измерительных преобразователей // Радиотехника. Всеукр.межвед.научно-техн.сборник.- Харьков.- 1986.- Вып.76. - С.129-132.
2. Головки Д.Б., Скрипник Ю.А., Химичева Г.И. Структурно-алгоритмические методы повышения точности измерения температуры.- Киев, Фаза ЛТД, 1999.- 205 с.
3. Безвесильная Е.Н., Таланчук П.М. Преобразующие устройства приборов. -К.: УМК ВО, 1993. -552 с.
4. Денис В., Пожела Ю. Горячие электроны. Вильнюс, Минтис, 1971.-289 с.
5. Пат. 29881. Украина МКИ G01R21/04. Универсальный датчик проходящей мощности СВЧ Волкова / Волков В.М. (Украина) Заявл.30.09.97.- №97094823.-Опублик.15.06.2001.- Бюл.№5.-7с.
6. Пат. 48208. Украина, МКИ G01R21/02 Широкополосный датчик проходящей мощности СВЧ/ В.М.Волков, С.А. Бортник (Украина), С.А.Жуков.(Россия) Заявл.01.07.1998. - №98073447. - Опублик. 15.08.2002. - Бюл.№8. -4с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТЕРМООБРАБОТКИ СПЛАВОВ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

В.М.Баранов, Т.В.Губина
Москва, МИФИ, Кашинское шоссе, 31

Качество термообработки материалов и изделий в значительной степени определяет стойкость материала конструкции к межкристаллитной коррозии (МКК) — одному из наиболее опасных видов коррозионного поражения. Нами рассмотрена возможность контроля устойчивости сплавов против МКК по акустическому излучению (АИ), которое возникает при электрохимической поляризации участка поверхности материала или изделия. Поскольку необходим оперативный непревзойденный контроль, рассмотрен режим электрохимической поляризации изделия, при котором основным источником АИ является образование пузырьков газа (водорода и кислорода) на поверхности при пропускании тока через электрохимическую ячейку. Последняя образуется участком контролируемой поверхности изделия, вспомогательным электродом и электролитом, тем или иным способом подводимым в пространство между изделием и вспомогательным поляризующим электродом. Обычно применяли резиновый сосуд в виде присоски, закрепляемой на поверхности изделия или образца.

Известно, что существует область потенциалов коррозии, при которых поверхностная защитная пленка пробивается над зернограницными участками поверхности металла, но остается неповрежденной на остальных участках. При этом наблюдается МКК при отсутствии общей коррозии. Можно предположить, что задавая соответствующую поляризацию образца (смещение электрического потенциала образца за счет пропуска тока через электролит между образцом и вспомогательным электродом) и наблюдая АИ, можно сделать заключение о склонности к межкристаллитной коррозии образца по интенсивности АИ.

С целью проверки сделанного предположения проведены исследования АИ двух партий образцов алюминиевого сплава Д16 — естественно состаренных (стойких к МКК) и подвергнутых нагреву, провоцирующему МКК. Термообработка сплава, выбранная для его сенсибилизации к МКК, включала нагрев до 500°С с последующими закалкой и выдержкой при 200°С в течение 3 мин. Установлена возможность применения в качестве электролита слабого

раствора поваренной соли (1 — 5%)

Исследования проводили по описанной ранее методике [1], когда образец в виде тонкой узкой длинной пластины, покрытый защитным лаком (кроме экспонируемой площадки площадью 1 кв. см) погружали в раствор, а к другому концу крепили пьезопреобразователь. Измерения проводили в режиме, когда изгибные собственные колебания образца, обусловленные возникновением АИ, возбуждали колебания преобразователя на частоте его основного радиального резонанса. Сигналы преобразователя усиливались, фильтровались узкополосным фильтром и детектировались. Случайный процесс, образованный продетектированными сигналами, пропускаться через дискриминатор уровня, выходные импульсы которого считывались.

Иными словами, регистрировали простейшую и широко используемую характеристику АИ — скорость счета N , которая представляет собой результат усреднения числа выбросов случайного процесса за установленный уровень дискриминации в единицу времени. Заметим, что стационарное значение N достигается за время порядка 10 — 15 с, причем операция измерения N занимает всего около 10 с. Следовательно, за 30 с может быть получен результат (без учета времени установки образца), что существенно ускоряет проведение испытаний на склонность к МКК, обычно включающих микроскопические исследования. Установлена возможность четкого разделения указанных двух партий образцов по скорости счета АИ при катодной поляризации током с плотностью $j_k \approx 0,5 \text{ мА/см}^2$, подтвержденная микроскопическими наблюдениями исследованных образцов. Таким образом, измеряя N при определенном уровне дискриминации, можно разбраковать образцы по величине N . После соответствующей настройки акустическая аппаратура позволяет выявить образцы, склонные к МКК.

Периодическое изменение статической нагрузки оказывало заметное стимулирующее действие на N : при 5 — 10-кратном повторении циклов нагружения — разгрузки N увеличивается в 10 — 20 раз, что, согласно микроскопическим исследованиям, обусловлено возникновением межзеренных и внутризеренных трещин.

Токовая зависимость N при катодной поляризации имеет степенной характер, причем показатель степени различен для различных материалов. Исследования показали, что этот показатель зависит не только от природы металла, но и от его состояния, что позволяет создать методику контроля склонности металла к тому или иному виду коррозии. В частности, из них следует возможность различения АИ от питтингов и от МКК за счет амплитудной селекции сигналов: увеличение уровня дискриминации позволяет исключить влияние сигналов, связанных с питтингообразованием. Для решения задачи распознавания вида коррозии нами рассматривается возможность развития предложенного ранее подхода, основанного на анализе повторной корреляционной функции от N [1], перекликающегося с разбиваемыми в электрохимии методами двукратного преобразования Лапласа [2] и анализа структурных функций [3].

Таким образом, может быть предложена ускоренная непревзойденная методика определения склонности металла труб к МКК по характеру АИ в результате электрохимического воздействия на малый участок поверхности металла. Методика может быть рекомендована как для приемочного контроля труб, так и металла трубопроводов, находящихся в эксплуатации. Методика сокращает время испытаний и повышает их достоверность также при контроле других материалов. Например, при испытаниях на склонность к МКК нержавеющей аустенитной стали Х18Н9Т при анодном поляризующем токе 650 мА/см² в серной кислоте с добав-