МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

На правах рукописи

ДЕСЯТНИЧЕНКО АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК 620.179.16

ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКИЙ ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Специальность 05.11.13 – приборы и методы контроля и определения состава веществ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
Сучков Григорий Михайлович,
доктор технических наук, профессор

Харьков – 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ 5
ВВЕДЕНИЕ 6
РАЗДЕЛ 1 ОБЗОР ОСНОВНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ТОЛЩИНОМЕТРИИ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ 14
1.1. Контактные методы излучения и приема акустических волн 14
1.2. Бесконтактные методы излучения и приема акустических волн 16
1.2.1. Метод возбуждения и приема акустических волн, использующий воздушно-акустическую связь 17
1.2.2. Термо- и оптико-акустический методы возбуждения и приема акустических волн 18
1.2.3. Электростатический метод возбуждения и приема акустических волн 19
1.2.4. Электромагнитно-акустический метод возбуждения и приема акустических волн 20
1.3. Применение электромагнитно-акустического метода в задачах толщинометрии металлоизделий 24
1.4. Выводы 29
РАЗДЕЛ 2 ЭНЕГРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОЛЩИНОМЕТРИИ ЭМА МЕТОДОМ 31
2.1. Выбор оптимального вида сигнала для питания ЭМА преобразователей 31
2.1.1. Теневая схема контроля ЭМА методом 33
2.1.2. Зеркально-теневая схема контроля 37
2.2. Учет резонансных особенностей генерирующей обмотки ЭМАП 48
2.3. Выводы 52
РАЗДЕЛ 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ ИЗДЕЛИЙ 54
3.1. Разработка стенда для проведения исследований 54
3.1.1. Образец для проведения исследований 55
3.1.2. Разработка ЭМА преобразователя для работы в условиях большого зазора 57
3.1.3. Разработка макета генератора зондирующего сигнала 64

3.1.4. Разработка макета усилителя принимаемого сигнала..... 73
3.2. Экспериментальные исследования факторов, влияющих на результаты измерений 76
3.2.1. Исследование зависимости уровня полезного сигнала от напряжения питания преобразователя 76
3.2.2. Исследование зависимости уровня полезного сигнала от количества периодов заполнения при пакетном возбуждении 81
3.2.3. Исследование зависимости уровня полезного сигнала от зазора ... 91
3.2.4. Исследования влияния «мертвой» зоны на результаты измерений 95
3.2.5. Определение оптимальных параметров сигнала питания генерирующей обмотки преобразователя..... 99
3.3. Выводы..... 103
РАЗДЕЛ 4 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ТОЛЩИНОМЕРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ..... 105
4.1. Разработка электромагнитно-акустического толщиномера..... 105
4.1.1. Назначение 106
4.1.2. Устройство прибора 106
4.1.3. Блок обработки и управления 108
4.1.4. Блок ввода 110
4.1.5. Усилитель мощности 114
4.1.6. Блок питания..... 116
4.1.7. Дисплей 118
4.1.8. Датчик..... 118
4.1.9. Работа прибора 120
4.2. Метод обработки данных электромагнитно-акустического толщиномера 122
4.3. Метрологическое обеспечение электромагнитно-акустического толщиномера 126
4.4. Сравнение разработанного прибора с существующими аналогами ... 130
4.5. Выводы..... 133
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ 134
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 136
ПРИЛОЖЕНИЕ А ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ОБОРУДОВАНИЯ НАХОДЯЩЕГОСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ 151

ПРИЛОЖЕНИЕ Б АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ 169
ПРИЛОЖЕНИЕ В АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС 171