

направлением научной и практической работы.

#### Список использованных источников

1 Корнеев А.М., Мирошникова Т.В., Малыш В.Н. Автоматизированная система управления технологическим процессом с целью повышения качества продукции // Труды международного симпозиума «Надёжность и качество». - 2010, т. 2. - С. 113 - 116.

2 Зеленский В.А., Щодро А.И. Разработка имитационной модели работы нефтегазового сепаратора // Известия СНЦ РАН. - 2014, том 16, №4(3). - С. 551-554.

3 Жданов О.П., Шаталов В.И. Система измерения уровня и межфазных границ многокомпонентных продуктов УМФ300 в решении актуальных технологических задач подготовки нефти // Сфера. Нефть и Газ. - 2011, № 1. - С. 34 – 40.

4 Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS. СПб.: Питер, 2006. — 736 с.

УДК 621.317.4

### **ОБЗОР МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТОНКИХ ПЛЕНОК И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

П.А. Курылева, М.С. Боранбаев

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)»

В настоящее время распространены направления исследований в области контроля параметров различных сред, в том числе тонких пленок и наноматериалов, связанные с контактными методами, что определяет их недостатки. Такие исследования связаны с непосредственным механическим включением контролируемого изделия в измерительную схему. Активно развиваются оптические методы измерения параметров сред, которые позволяют производить оценку диэлектрической проницаемости по величине показателя преломления.

В ходе работы проведены библиографические и патентные исследования. Рассмотрены наиболее перспективные разработки исследователей в области методов и устройств контроля электромагнитных параметров тонких пленок и наноматериалов, отмечены прототипы, а так же подобрано оборудование для практической реализации разрабатываемого устройства.

Анализ библиографических и патентные исследования показал значительную активность российских и зарубежных научных коллективов и производственных фирм в области разработок наноматериалов и устройств их диагностики.

В частности, в [1-3] описаны методы, способы и устройства позволяющие измерять электромагнитные параметры тонких пленок и наноматериалов. Под электромагнитными параметрами тонких пленок и наноматериалов здесь подразумеваются такие параметры как диэлектрическая и магнитная проницаемости, удельная проводимость, удельное сопротивление и другие.

За прототип разрабатываемого устройства был взят патент [4]. Разрабатываемый метод экспресс-диагностики основывается на импульсном зондировании контролируемого материала электромагнитным излучением с последующей спектральной обработкой отражённого сигнала.

На данный момент рассматривается два варианта реализации устройства:

1) С помощью векторного анализатора электрических цепей (ВАЦ). Предназначен для измерения комплексных  $S$ -параметров линейных однопортовых и двухпортовых устройств, различных характеристик нелинейных цепей.

Область применения ВАЦ: исследование, настройка, испытания, контроль и производство ВЧ и СВЧ устройств, используемых в радиоэлектронике, связи, радиолокации, измерительной технике. Принцип действия анализатора основан на раздельном измерении параметров падающей, отраженной и прошедшей через исследуемое устройство волны сигнала с применением направленных ответвителей. Данный вариант реализации позволит исследовать как непрерывное, так и импульсное воздействие сигнала на материал.

2) С помощью СВЧ генератора и стробоскопического осциллографа.

Данный вариант реализации имеет преимущество с экономической точки зрения, но позволяет проводить исследование только в режиме непрерывного излучения.

В соответствие с техническим заданием был произведен поиск оборудования для реализации устройства контроля электромагнитных параметров тонких пленок и наноматериалов. Оборудование предлагается использовать в частотном диапазоне от 0,1 до 10 ГГц, что наиболее приемлемо для достижения поставленных целей разработки устройства контроля электромагнитных параметров тонких пленок и наноматериалов.

В настоящее время производством приборов диагностики материалов занимаются многие как отечественные, так и зарубежные организации:

– приборы для измерения диэлектрической проницаемости: Федеральное государственное предприятие «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии», Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ»;

– приборы для измерения магнитной проницаемости: FOERSTER (Германия), Stefan Mayer Instruments (Германия);

– приборы для измерения проводимости: FISCHER TECHNOLOGY (США), Научно-Производственный Центр «Кропус», ООО «Главдиагностика».

Приведённые материалы содержат результаты прикладных научных исследований, проводимых в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)" при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEF157414X0094.

#### Список использованных источников

1 Пат. 6,657,439 В1, United States, Sheet resistance meter / Yoshinori Narada, заявитель и патентообладатель Sharp Kabushiki Kaisha - US 09/560,614, заявл. 26.04.2000, опубл. 28.04.2003;

2 Пат. 2109272, Российская Федерация, МПК G01N22/00 Автоматизированное устройство для измерения параметров материалов / Бублик В.А.; Жмуров В.А.; Капкин А.П.; Крайнов В.Р.; Селезнев В. С.; Троицкий В.Д., заявители и патентообладатели Бублик Виктор Александрович; Жмуров Всеволод Андреевич; Капкин Александр Павлович; Крайнов Валерий Романович; Селезнев Вячеслав Степанович; Троицкий Вячеслав Даниилович. - №96118650/09; заявл. 19.09.1996, опубл. 20.04.1998

3 Пат. 2256906, Российская Федерация, МПК [G01N27/04](#), Способ электрического неразрушающего контроля токопроводящих материалов и устройство для его реализации / Кочаров Э.А., Тараканов Ю.В., заявители и патентообладатели Кочаров Эдуард Авакович, Тараканов Юрий Васильевич. - №2002133933/28, заявл 17.12.2002, опубл. 20.07.2005

4 Пат. 2421742, Российская Федерация, МПК [G01R27/16](#) Устройство для бесконтактного измерения удельного сопротивления кремниевого сырья / Белоусов В.С., Беляков М.М., Шагаева И.О.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество "ТЕЛЕКОМ-СТВ". - № 2010102282/28; заявл. 27.01.2010; опубл. 20.06.2011.