**Комоцкий, Владислав Антонович.**

## Метод оптического лазерного зондирования поверхностных акустических волн с использованием опорных дифракционных решеток : диссертация ... доктора технических наук : 01.04.03. - Москва, 1999. - 412 с. : ил.

## Оглавление диссертациидоктор технических наук Комоцкий, Владислав Антонович

ВВЕДЕНИЕ. 2

Глава 1. ОПТИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ПАВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПОРНОЙ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ (ОДР) НА ПОВЕРХНОСТИ ЗВУКОПРОВОДА. 10

1.1. Схема зондирования и ее свойства. Ю

1.2. Расчет амплитуды сигнала. 18

1.2.1. Вывод основных соотношений. 18

1.2.2 Расчет амплитуды сигнала. 28

1.3. Порог детектирования. 33

1.4. Полоса детектирования, разрешающая способность и перекрестные помехи. 38

1.4.1. Полоса оптического детектирования ПАВ в схеме с ОДР. 38

1.4.2. Перекрестные помехи и разрешающая способность. 40

1.5. Зондирование радиосигналов.45

1.5.1. Считывание импульсного радиосигнала.45

1.5.2. Плавная регулировка групповой задержки сигнала и фазы несущей частоты.49

1.6. Экспериментальные исследования характеристик оптического зондирования ПАВ с ОДР на поверхности звукопровода.53

1.6.1. Экспериментальные установки.53

1.6.2. Методика измерения амплитуды волны.57

1.6.3. Амплитудные характеристики зондирования и пороги детектирования .59

1.7. Устройство для измерения глубины рельефа ОДР. 63

1.8. Основные результаты главы .68

Глава 2. АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЗОНДИРОВАНИЯ С ОПОРНОЙ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКОЙ, ОТДЕЛЕННОЙ ОТ ЗВУКОПРОВОДА .70

2.1. Постановка задачи, общие соотношения для анализа оптических схем.70

2.2. Пространственные спектры на выходах схем на просвет и на отражение при зондировании плоской оптической волной.77

2.2.1. Пространственный спектр на выходе схемы на просвет.77

2.2.2. Пространственный спектр на выходе схемы на отражение. 83

2.3. Полезный сигнал в схеме на просвет. 87

2.3.1. Общие соотношения. 87

2.3.2. Схемы зондирования ПАВ с высокосимметричными фазовыми ОДР. 90

2.3.3. Схемы с амплитудными высокосимметричними ОДР . 94

2.4. Полезный сигнал в схеме зондирования ПАВ на отражение. 96

2.4.1. Общие соотношения, определяющие сигнал в нулевом и в первом порядке. 96

2.4.2. Расчет сигнала в схемах с фазовыми ОДР типа меандра и гармонической. 101

2.4.3. Свойства оптических схем зондирования с амплитудными ОДР . 109

2.4.4. Схема на отражение при нарушении симметрии. 111

2.5. Учет влияния расходимости зондирующего оптического пучка на величину полезного сигнала. 114

2.6. Экспериментальные исследования основных закономерностей поведения сигнала в схемах оптического зондирования с опорными дифракционными решетками . 121

2.6.1. Зондирование системы ОДР - ПАВ с перио дом

200 мкм. 122

2.6.2. Зондирование схемы ОДР - ПАВ с периодом

100 мкм и мкм. 130

2.6.3. Зависимости амплитуды и фазы сигнала от угла падения. 136

2.7. Основные результаты главы 2. 142

Глава 3. АМПЛИТУДНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛНО

ВСЩНЫХ ПОЛЕЙ ПАВ. 145

3.1. Методика измерения фазовых распределений ПАВ в режиме бегущей волны. 145

3.1.1. Поперечное сканирование со связанной ОДР. 147

3.12. Поперечное сканирование при неподвижной ОДР. 150

3.1.3. Влияние наклона волновых фронтов и линий

ОДР на амплитуду сигнала. 150

3.1.4. Фазовые измерения при продольном сканировании звукопровода в режиме бегущей волны. 152

3.1.5. Измерение длины волны и скорости ПАВ при продольном сканировании. 159

3.2. Анализ ошибок измерения фазовых фронтов в схемах ОасОДР. 163

3.2.1. Систематические ошибки в схеме со связанной ОДР. 163

3.2.2. Ошибки из-за нестабильности направления излучения лазера. 167

3.2.3. Ошибки вследствие изменения наклона поверхности звукопровода. 173

3.3. Результаты экспериментальных исследований фазовых и амплитудных распределений ПАВ в режиме бегущей волны . 175

3.3.1. Экспериментальные установки. 175

3.3.2. Зондирование амплитудно-фазовых распределений встречно-штыревых преобразований. 183

3.3.3. Наблюдение фазовых скачков, вызванных дополнительными слоями и неоднородностями на поверхности звукопроводп . 198

3.4. Зондирование ПАВ при условии существования встречных (отраженных) волн. 205

3.4.1. Соотношения, описывающие формирование выходного сигнала. 205

3.4.2. Методика измерения модуля и фазы коэффициента отражения ПАВ и длины волны ПАВ . 210

3.4.3. Влияние наклона отраженного волнового фронта на результаты измерений. 215

3.5. Экспериментальные исследования ПАВ при условии существования отраженных волн . 218

3.5.1. Изучение основных закономерностей изменения сигнала.219

3.5.2. Измерение модуля коэффициента отражения от края подложки при различных углах среза отражающей грани. 226

3.5.3. Измерение модуля коэффициента отражения ПАВ от периодической структуры. 2293.6. Основные результаты главы 3. 237

Глава 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ СХЕМЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ПАВ С ОДР И АНАЛОГИЧНЫХ СХЕМ С ДИФРАКЦИОННЫМИ РЕШЕТКАМИ . 239

4.1. Акустооптические измерители линейных перемещений на основе схем с ОДР.24<j)

4.1.1. Схемы измерителей.240

4.1.2. Отношение сигнал/шум.244^

4.1.3. Нестабильность фазы в оптоэлектронной схеме. 246

4.1.4. Экспериментальные макеты и результаты их испытаний. 251

4.2. Акустооптическое устройство для измерения координаты оптического пучка. 254

4.2.1. Описание устройства.254

4.2.2. Фазовые соотношения в схеме с модуляцией.257

4.2.3. Экспериментальные исследования устройства.261

4.2.4. Бесконтактное измерение вибраций. 263

4.3. Дифракционный датчик малых перемещений и вибраций. 268

4.3.1. Схема и основные соотношения . 268

4.3.2. Схема с фотодетектором в первом порядке. 272

4.3.3. Схема с фотодетектором в нулевом порядке.276

4.3.4. Экспериментальные исследования характеристик дифракционных измерителей вибраций. 278

4.4. Измеритель расходимости лазерного излучения на основе оптической схемы с двумя решетками: движущейся и неподвижной . 283

4.4.1. Схема и принцип действия. 283

4.4.2. Анализ дифракции гауссова оптического пучка на системе из двух дифракционных решеток . 285

4.5. Бесконтактный метод измерения угловых смещений и вибраций отражающих поверхностей, точечное зондирование.301

4.6. Оптоэлектронный деформометр. 309

Основные результаты главы 4. 314

Глава 5. СХЕМЫ С ОПОРНЫМИ ДИФРАКЦИОННЫМИ

РЕШЕТКАМИ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДАХ. 317

5.1. Волноводно-оптическое считывание сигналов в устройствах на ПАВ . 318

5.1.1. Формирование сигнала в волноводной схеме. 319

5.1.2. Коэффициент передачи и отношение сигнал/шум.324

5.1.3. Экспериментальные исследования некоторых характеристик волноводно-оптического считывания.329

5.2. Считывание сигналов со звукопровода ПАВ с использованием оптического волноводного интерферометра. 336

5.2.1. Схема и принцип работы. 336

5.2.2. Экспериментальное исследование оптическога считывания с волноводным интерферометром . 340

5.3. Обнаружение наведенных решеток и тепловых рельефов при волноводном оптическом зондировании системы ОДР - ПАВ . 346

5.3.1. Схема детектирования и основные соотношения.346

5.3.2. Расчет температур в волноводе на прозрачной для ИК излучения подложке.355

5.3.3. Характеристики чувствительности волноводного детектора на прозрачной для ИК излучения подложки . 367

5.3.4. Характеристики быстродействия АОВД. 374

5.3.5. Результаты экспериментов по измерению характеристик волноводных детекторов ИК излучения. 379

5.4. Основные результаты главы 5. 383