Д. М. Калихман / Под общ. ред. акад. В.Г.Пешехонова

Прецизионные управляемые стенды для динамических испытаний гироскопических приборов

УДК 531.383.001.4

СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2008. - 296 с.

Цена - 135 руб.

© ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2008

© Д.М.Калихман, 2008

ISBN 5-900780-63-5.

В книге рассмотрены принципы построения прецизионных управляемых стендов для контроля статических и динамических характеристик гироскопических приборов. Предложена общая концепция построения схемотехнических решений стендов на основе анализа точностных характеристик современных гироскопических приборов различного класса и принципов действия, а также схемных решений ведущих отечественных и мировых производителей стендового оборудования.

Наиболее подробно рассмотрены схемотехнические решения одноосных калибровочных и трехосных имитационно-калибровочных управляемых стендов с инерциальными чувствительными элементами, в качестве которых применены прецизионные измерители угловой скорости различного принципа действия и измерители кажущегося линейного ускорения. На основе общей концепции построения схемотехнических решений разработана обобщенная математическая модель стендов с инерциальными чувствительными элементами, из которой в качестве частных случаев получены математические модели механических частей каждого из предлагаемых автором технических решений.

Рассмотрены вопросы синтеза регуляторов ряда схем прецизионных управляемых стендов с инерциальными чувствительными элементами, проведена оценка их динамических и точностных характеристик в условиях воздействия помех.

В книге приводятся примеры конструкций управляемых стендов, реализованных в условиях производства на предприятии, где работает автор, а также результаты экспериментальных исследований схемотехнических решений стендов, внедренных в производство.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников, а также для аспирантов и студентов старших курсов специальностей "Приборостроение" и "Системы автоматического управления".

Библиогр.: 191 назв., 70 ил., 46 табл.

ОГЛАВЛЕНИЕ

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ 9**

1.1. Проблемы контроля параметров гироскопических приборов различного физического принципа действия --

1.2. Обзор существующих методов и схем управляемых оснований для контроля статических и динамических характеристик гироскопических приборов 25

**ГЛАВА 2. ФУНКЦИОНАЛЬНО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ 34**

2.1. Функционально-кинематические схемы и принцип работы управляемых оснований --

2.2. Примеры конструкций управляемых оснований. 63

2.2.1. Конструкция управляемого основания по схеме 1.4. 67

2.2.2. Конструкция управляемого основания по схеме 1.5. 69

2.2.3. Конструкция управляемого основания по схеме 1.11-1.12. 75

**ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ** 81

3.1. Обоснование выбора обобщенных моделей управляемых оснований. Обозначение элементов --

3.2. Обоснование выбора числа степеней свободы функциональных элементов системы: управляемое основание - испытуемый прибор 85

3.3. Системы координат 94

3.4. Дифференциальные уравнения обобщенной динамической модели 97

3.5. Дифференциальные уравнения движения механической части одноосных калибровочных и трехосных имитационно-калибровочных управляемых оснований для различных режимов испытаний приборов 127

3.5.1. Дифференциальные уравнения движения механической части одноосных калибровочных управляемых оснований при задании постоянной по величине и направлению угловой скорости --

3.5.2. Дифференциальные уравнения движения механической части одноосных калибровочных управляемых оснований при задании угловой скорости в виде гармонических колебаний 128

3.5.3. Анализ дифференциальных уравнений движения механической части одноосных калибровочных управляемых оснований для различных режимов испытаний гироскопических приборов применительно к предложенным функционально-кинематическим схемам --

3.5.4. Дифференциальные уравнения движения механической части трехосных имитационно-калибровочных управляемых оснований для различных режимов испытаний гироскопических приборов 135

**ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ: ОДНООСНОЕ КАЛИБРОВОЧНОЕ УПРАВЛЯЕМОЕ ОСНОВАНИЕ - ИСПЫТУЕМЫЙ ПРИБОР 139**

4.1. Методика исследований. Задание моделей помех в зависимости от конструктивных особенностей управляемых оснований --

4.2. Синтез регулятора управляемого основания с датчиком угловой скорости с электрической обратной связью в качестве чувствительного элемента, работающего в режиме самоконтроля 142

4.3. Синтез регулятора управляемого основания с датчиком угловой скорости с электрической обратной связью в качестве чувствительного элемента в случае испытания датчика угловой скорости того же типа 162

4.4. Синтез регулятора управляемых оснований по схемам 1.4 и 1.5 в режиме задания синусоидальных колебаний вокруг оси вращения платформы 168

4.5. Синтез регулятора управляемого основания с волоконно-оптическим измерителем угловой скорости в качестве чувствительного элемента в случае испытания волоконно-оптического гироскопа 174

4.6. Синтез регулятора управляемого основания, имеющего в качестве чувствительного элемента акселерометр, измеряющий тангенциальное ускорение, в случае испытания датчика угловой скорости с электрической обратной связью 185

4.7. Метод комплексирования выходной информации измерителей линейных ускорений, используемых в качестве чувствительных элементов управляемых оснований 195

4.8. Синтез регулятора управляемого основания, имеющего в качестве чувствительных элементов датчик угловой скорости с электрической обратной связью и акселерометры, измеряющие тангенциальное и центростремительное ускорения 202

**ГЛАВА 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕАЛИЗАЦИЮ ПРАВИЛ ПОСТРОЕНИЯ ОДНООСНЫХ КАЛИБРОВОЧНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ 237**

5.1. Экспериментальная проверка одноосных калибровочных управляемых оснований, соответствующих функциональным схемам 1.4 и 1.5 --

5.1.1. Экспериментальная проверка управляемого основания по схеме 1.4 --

5.1.2. Экспериментальная проверка управляемого основания по схеме 1.5 241

5.2. Результаты экспериментальной отработки схемы сложения сигналов комплексируемых акселерометров стенда по схеме 1.12 243

5.3. Результаты экспериментальной проверки эффективности комплексирования кварцевых акселерометров для обеспечения инвариантности системы управления прецизионным стендом к невертикальности оси вращения платформы 246

5.4. Разработка схемных решений для формирования дополнительной информации об углах разворота платформы стенда по схеме 1.12. Автоматический выбор режима работы шагового двигателя механизма отслеживания 247

5.5. Обоснование необходимости термостатирования кварцевых акселерометров линейных ускорений 251

5.6. Экспериментальная проверка одноосного калибровочного управляемого основания, соответствующего функционально-кинематической схеме 1.12 253

**ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННО-КАЛИБРОВОЧНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСНОВАНИЙ 257**

6.1. Исследование трехосного имитационно-калибровочного управляемого основания с датчиком угловой скорости с электрической обратной связью в качестве чувствительного элемента в случае испытания датчика угловой скорости с электрической обратной связью 259

6.2. Уравнения движения трехосного имитационно-калибровочного управляемого основания по схеме 2.2 с волоконно-оптическим гироскопом в качестве чувствительного элемента системы управления двигателем по оси Т в случае испытания датчика угловой скорости с электрической обратной связью. Результаты численного моделирования 266

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 286**

**ЛИТЕРАТУРА 288**