
Оглавление

Введение	6
Глава 1. Основы анализа колебаний механической системы ..	11
1.1. Гармонические колебания	11
1.2. Собственные колебания	15
1.3. Вынужденные колебания	20
1.4. Резонанс системы	25
Глава 2. Напряженно-деформированное состояние несущих элементов микромеханических приборов	28
2.1. Напряженно-деформированное состояние пластин	28
2.1.1. Напряженно-деформированное состояние круглой пластины	28
2.1.2. Напряженно-деформированное состояние прямоугольной пластины	34
2.2. Напряженно-деформированное состояние опорных элементов микромеханических приборов	42
2.2.1. Напряженно-деформированное состояние в системе с одноконсольной балочной опорой	42
2.2.2. Напряженно-деформированное состояние в системе с многоконсольной балочной опорой	48
2.2.3. Напряженно-деформированное состояние в системе с торсионной линейной опорой	51
2.2.4. Напряженно-деформированное состояние в системе с четырехконсольной ломаной одноветвевой балочной опорой	52
2.2.5. Напряженно-деформированное состояние в системе с четырехконсольной ломаной двухветвевой балочной опорой	60
Глава 3. Демпфирование колебаний	66
3.1. Вязкое демпфирование среды	66
3.2. Конструкционное демпфирование	71

3.2.1. Характеристики конструкционного демпфирования колебаний	71
3.2.2. Экспериментальные методы определения характеристик конструкционного демпфирования	76
3.2.3. Факторы, влияющие на демпфирующие свойства материалов	78
Глава 4. Электромеханика микросистем	80
4.1. Преобразователи перемещений чувствительных элементов микросистем	80
4.1.1. Емкостные преобразователи перемещений	80
4.1.2. Тензорезистивные преобразователи перемещений	82
4.2. Электростатические микроактюаторы	87
Глава 5. Датчики давления	90
5.1. Датчик давления с круглой мембраной	92
5.2. Датчик давления с квадратной мембраной	94
5.3. Датчик давления с квадратной мембраной с жестким центром	97
Глава 6. Микроакселерометры	100
6.1. Физические основы работы инерционных микроакселерометров	100
6.2. Пьезорезистивные микроакселерометры	104
6.3. Емкостные уравнивающие микроакселерометры	107
Глава 7. Микромеханические гироскопы	110
7.1. Гребенчатый микровиброгироскоп	110
7.1.1. Уравнения движения гребенчатого микровиброгироскопа	112
7.1.2. Перемещение и собственная частота колебаний чувствительного элемента на балках упругого подвеса	113
7.1.3. Упругие перемещения и собственная частота колебаний микровиброгироскопа на трехветвевых опорных элементах	114
7.1.4. Демпфирование колебаний в микровиброгироскопе	116
7.1.5. Пример расчета параметров гребенчатого микровиброгироскопа	116
7.2. Вращательно-колебательный микрогироскоп с независимыми консолями	121
7.2.1. Уравнения движения системы	122
7.2.2. Расчет вертикального перемещения и собственной частоты колебаний прибора вдоль оси oz	124

7.2.3. Расчет изгибающей силы и собственной частоты прибора при вращательно-колебательном движении относительно оси oz	126
7.2.4. Расчет электростатической силы, создаваемой гребенчатой структурой гироскопа	128
7.2.5. Расчет собственной частоты колебаний чувствительного элемента относительно оси oy	129
7.2.6. Расчет добротности микрогироскопа по демпфированию для режимов движения и чувствительности	131
7.2.7. Расчет силы Кориолиса и чувствительности системы	132
7.2.8. Пример расчета параметров вращательно-колебательного микрогироскопа	133
Глава 8. Микромеханическое зеркало с карданным подвесом	140
8.1. Конструкция микромеханического зеркала	140
8.2. Уравнения движения микромеханического зеркала	141
8.3. Собственные частоты микромеханического зеркала	142
8.4. Конструктивные параметры микромеханического зеркала. Электростатические силы	143
8.5. Демпфирование колебаний системы	146
8.6. Проверка на прочность торсионов микромеханического зеркала	148
8.7. Температурные деформации внутренней рамки с металлическим отражающим слоем	148
8.8. Коэффициент предельной динамической перегрузки.	150
8.9. Пример расчета параметров микромеханического зеркала	151
Глава 9. Инженерный анализ микросистемных устройств	162
Литература	173
Список используемых сокращений и обозначений	175