**Ерофеев, Сергей Анатольевич.**

## Интерактивное проектирование и расчет пьезоэлектронных конструкций : диссертация ... кандидата физико-математических наук : 01.04.01. - Москва, 1999. - 212 с.

## Оглавление диссертациикандидат физико-математических наук Ерофеев, Сергей Анатольевич

Введение

Глава 1. Базовые элементы пьезоэлектроники и их моделирование.

1.1. Методы проектирования пьезопреобразователей.

1.2. Метод конечных элементов.

1.3. Законы пьезосреды.

1.4. Граничные условия в задачах электроупругости.

1.5. Уравнения состояния пьезокерамики.

1.6. Базовые конструкции пьезоэлементов.

1.7. Материалы для пьезопреобразователей.

1.8. Выводы.

Глава 2. Алгоритмы конечно-элементного решения задач электроупругости.

2.1. Вариационная постановка прямого и обратного пьезоэффектов.

2.2. Обобщённая схема конечно-элементного анализа.

2.3. Плоское деформированное состояние.

2.4. Плоское напряженное состояние.

2.5. Осесимметричное состояние.

2.6. Выводы.

Глава 3. Элементы обобщённой конечно-полной базы знаний.

3.1. Формирование базы знаний и её информативность.

3.2. Продольная деформация стержня с поперечной поляризацией.

3.2.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие.

3.2.2. Кинематическое механическое воздействие.

3.2.3. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие.

3.2.4. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие.

3.2.5. Кинематически-силовое механическое воздействие.

3.3. Радиальная деформация диска с толщинной поляризацией.

3.3.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие.

3.3.2. Кинематическое механическое воздействие.

3.3.3. Электрическое и силовое механическое воздействие.

3.3.4. Физически реализуемое электрическое и силовое механическое воздействие.

3.3.5. Силовое механическое воздействие.

3.4. Радиальная деформация кольца с толщинной поляризацией

3.4.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие

3.4.2. Кинематическое механическое воздействие.

3.4.3. Электрическое и силовое механическое воздействие.

3.4.4. Физически реализуемое электрическое и силовое механическое воздействие.

3.4.5. Силовое механическое воздействие.

3.4.6. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 1)

3.4.7. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 1)

3.4.8. Кинематически-силовое механическое воздействие (случай 1)

3.4.9. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 2)

3.4.10. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 2)

3.4.11. Кинематически-силовое механическое воздействие (случай 2)

3.5. Продольные колебания стержня с поперечной поляризацией.

3.5.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие.

3.5.2. Электрическое и силовое механическое воздействие.

3.5.3. Физически реализуемое электрическое и силовое механическое воздействие.

3.5.4. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие.

3.5.5. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие.

3.6. Радиальные колебания диска с толщинной поляризацией.

3.6.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие.

3.6.2. Электрическое и силовое механическое воздействие.

3.6.3. Физически реализуемое электрическое и силовое механическое воздействие.

3.7. Радиальные колебания кольца с толщинной поляризацией.

3.7.1. Электрическое и кинематическое механическое воздействие.

3.7.2. Электрическое и силовое механическое воздействие

3.7.3. Физически реализуемое электрическое и силовое механическое воздействие.

3.7.4. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 1)

3.7.5. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 1)

3.7.6. Электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 2)

3.7.7. Физически реализуемое электрическое и кинематически-силовое механическое воздействие (случай 2)

3.8. Выводы.

Глава 4. Расчёт и проектирование пьезоэлементов.

4.1. Рабочие моды колебаний пьезоэлементов.

4.2. Продольные колебания стержня.

4.2.1. Поперечная поляризация пьезоэлемента.

4.2.1.1. Механически свободная конструкция.

4.2.1.2. Заделанная по одному торцу конструкция.

4.2.2. Продольная поляризация пьезоэлемента.

4.3. Радиальные колебания диска с поперечной поляризацией.

4.4. Радиальные колебания кольца с толщинной поляризацией.

4.4.1.1. Механически свободная конструкция.

4.4.1.2. Заделанная по внутренней поверхности конструкция.

4.4.1.3. Заделанная по внешней поверхности конструкция.

4.5. Аксиальные колебания цилиндра.

4.5.1. Радиальная поляризация пьезоэлемента.

4.5.1.1. Механически свободная конструкция.

4.5.1.2. Заделанная по одному торцу конструкция.

4.5.2. Аксиальная поляризация пьезоэлемента.

4.6. Методика выбора материала для пьезопреобразователя.

4.7. Выводы.

Глава 5. Особенности режимов работы пьезопреобразователей при их секционированном возбуждении.

5.1. Режимы работы пьезопреобразователей.

5.2. Плоские конструкции элементов пьезопреобразователей.

5.2.1. Поперечно-поперечный тип.

5.2.2. Продольно-продольный тип.

5.2.3. Поперечно-продольный тип.

5.3. Осесимметричные конструкции пьезоэлементов.

5.3.1. Преобразователь поперечно-поперечного типа в форме диска.

5.3.1.1. Центральное расположение секции возбудителя.

5.3.1.2. Нецентральное расположение секции возбудителя.

5.3.2. Цилиндрические пьезоэлементы.

5.3.2.1. Поперечно-поперечный тип.

5.3.2.2. Продольно-продольный тип.

5.3.2.3. Поперечно — продольный тип.

5.4. Краевые эффекты.

5.4.1. Преобразователь поперечно-поперечного типа.

Методика оценки сингулярных краевых эффектов.

5.4.2. Преобразователи продольно-продольного типа.

5.4.3. Преобразователи поперечно-продольного типа.

5.5. Методика расчёта секционированных пьезопреобразователей с учётом краевых эффектов

5.6. Выводы.