

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ГЛАВА 1	
АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ В ЖИДКОСТИ, СОЗДАВАЕМЫХ ПЛАСТИНОЙ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ	13
1.1. Особенности поля вибраций, возбуждаемых в пластине конечных размеров при действии на ее поверхность произвольного поля давлений	14
1.2. Граничные условия и значения резонансных частот при изгибных колебаниях пластины конечных размеров в окружающей среде	16
1.3. Вынужденные колебания пластины конечных размеров при возбуждении гармонической силой, равномерно распределенной по ее поверхности	23
1.4. Вынужденные колебания пластины конечных размеров в вакууме при возбуждении сосредоточенной силой	33
1.5. Вынужденные колебания пластины конечных размеров в «акустически тяжелой» среде при возбуждении ее гармонической силой, равномерно распределенной по поверхности	39
1.6. Определение распределения уровней вибраций по поверхности прямоугольной пластины при заданных амплитудах собственных частот ее колебаний	49
1.7. Расчет параметров поля давлений и колебательных скоростей в жидкости, создаваемых пластиной конечных размеров при различных способах ее возбуждения	55
1.7.1. Излучение поверхности пластины при возбуждении ее силой, равномерно распределенной по ее поверхности	57
1.7.2. Локальное излучение пластины в месте возбуждения ее точечной силой	67
ГЛАВА 2	
АНАЛИЗ ДОСТОВЕРНОСТИ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ И ИЗЛУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	71
2.1. Приближенный метод расчета излучения сложных конструкций, основанный на разделении источников излучения, имеющих разную физическую природу	71

2.1.1. Соотношения для энергии, излучаемой при колебаниях сложных конструкций	71
2.1.2. Локальное излучение корпусных конструкций под воздействием динамических сил	78
2.1.3. Резонансное излучение корпусных конструкций	79
2.1.4. Определение коэффициентов, характеризующих передачу энергии вибраций элементов конструкции в энергию акустических волн за счет излучения поверхности элементов конструкции	82
2.2. Применение метода эквивалентных источников к расчету излучения пульсирующих источников	85
2.2.1. Закономерности излучения пульсирующей сферы	87
2.2.2. Замена произвольного источника пульсирующего типа эквивалентной пульсирующей сферой	92
2.2.3. Излучение линейной группы одинаковых синфазных источников	96
2.2.4. Излучение пульсирующего источника произвольных размеров	101
2.2.5. Особенности определения мнимой части эффективности излучения пульсирующего источника при произвольном соотношении его размеров	111
2.2.6. Излучение линейной группы одинаковых источников с чередующейся фазой колебаний	116
2.2.7. Излучение пластины, совершающей резонансные колебания с произвольным числом узловых линий	125
2.3. Применение метода эквивалентных источников к расчету излучения осциллирующих источников	127
2.3.1. Излучение твердого тела при действии внешней сосредоточенной силы	128
2.3.2. Излучение системы из двух твердых тел под действием сосредоточенной силы	132
2.3.3. Средства для снижения локального излучения конструкций, основанные на использовании тел нейтральной плавучести	136
2.3.4. Определение эффективности излучения осциллирующих источников путем замены их двумя пульсирующими источниками, работающими в противофазе	139
2.3.5. Особенности замены осциллирующих источников произвольной формы двумя эквивалентными источниками, работающими в противофазе	149
2.4. Излучение конечного цилиндра при возбуждении силой, действующей вдоль оси	150
2.4.1. Определение объема присоединенной массы жидкости при осциллирующих колебаниях цилиндра вдоль оси	152

2.4.2. Определение расстояния между пульсирующими источниками, работающими в противофазе и формирующими акустическое поле, при осциллирующих колебаниях цилиндра вдоль оси	157
2.4.3. Определение реальной части эффективности излучения при осциллирующих колебаниях цилиндра вдоль оси	159
2.4.4. Определение мнимой части эффективности излучения при осциллирующих колебаниях цилиндра вдоль оси	162
2.4.5. Определение величины акустической энергии, излучаемой во внешнюю среду при осциллирующих колебаниях цилиндра вдоль оси	172
2.5. Излучение конечного цилиндра при возбуждении силой, действующей перпендикулярно оси	183
2.5.1. Определение реальной части эффективности излучения конечного цилиндра при возбуждении силой, действующей перпендикулярно оси	186
2.5.2. Определение мнимой части эффективности излучения конечного цилиндра при возбуждении силой, действующей перпендикулярно оси	195
2.5.3. Определение акустической энергии, излучаемой конечным цилиндром при возбуждении силой, действующей перпендикулярно оси	198
2.5.4. Распределение присоединенной массы жидкости по длине цилиндра, совершающего осциллирующие колебания перпендикулярно оси	201
2.6. Излучение элементарных источников вблизи абсолютно мягкой и абсолютно жесткой границы	211
2.6.1. Излучение пульсирующих источников вблизи абсолютно мягкой и абсолютно жесткой границы	211
2.6.2. Излучение источников дипольного типа вблизи абсолютно мягкой и абсолютно жесткой границы	215
2.7. Колебания и излучение инженерных конструкций при балочных формах колебаний	218
2.7.1. Излучение однородной балки бесконечной длины	218
2.7.2. Определение акустической энергии, излучаемой однородной балкой бесконечной длины, методом интегрирования по поверхности балки	221
2.7.3. Определение акустической энергии, излучаемой однородной балкой бесконечной длины, методом интегрирования по поверхности балки участков с нескомпенсированной скоростью колебаний	226

2.7.4. Определение акустической энергии, излучаемой однородной балкой бесконечной длины, по величине силы, приложенной к жидкости при колебаниях балки	228
2.7.5. Излучение однородной балки конечной длины при изгибных колебаниях под воздействием внешней поперечной динамической силы	230
2.7.6. Излучение неоднородной балки конечной длины при изгибных колебаниях под воздействием внешней, поперечной динамической силы	236

ГЛАВА 3

АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ	245
3.1. Особенности формирования акустического поля, прошедшего через пластину конечных размеров	245
3.2. Определение энергии упругих волн, поступающей в бесконечную пластину при возбуждении ее равномерно распределенной силой в пределах окружности заданного радиуса	248
3.2.1. Осесимметричные изгибные колебания пластины постоянной толщины	248
3.2.2. Применение метода конечных волновых элементов для определения входного импеданса края круглого отверстия в бесконечной пластине по отношению к изгибным волнам	250
3.2.3. Общий порядок решения задачи	253
3.2.4. Определение матрицы импеданса	257
3.2.5. Колебания круглой пластины при возбуждении ее поверхности гармонической силой постоянной плотности, приходящейся на единицу поверхности пластины	258
3.3. Определение звукоизолирующей эффективности конечной пластины, совершающей изгибные колебания, с произвольными граничными условиями	265
3.3.1. Применение метода конечных волновых элементов для расчета эффективности звукоизлучения пластин с произвольными граничными условиями	265
3.3.2. Определение связи кинематических и динамических переменных для всех пластин, образующих рассматриваемое соединение	267
3.3.3. Определение матрицы входного импеданса пластин, имеющих контакт с рассматриваемой пластиной	269

3.3.4. Определение входной матрицы импеданса неоднородностей, ограничивающих рассматриваемую пластину	269
3.3.5. Определение матрицы импеданса нагрузки рассматриваемой пластины на ее границах	271
3.3.6. Определение кинематических переменных на краю волновых элементов при падении на край плоских изгибных волн и наличии на краю заданной матрицы импедансов	272
3.3.7. Определение динамических переменных на краю волнового элемента при падении на край плоских изгибных волн и наличии на краю заданной матрицы импедансов	273
3.3.8. Определение акустической энергии, излучаемой во внешнюю среду бесконечной пластиной (1-м и 2-м волновым элементом), обусловленной динамическими переменными, действующими со стороны 3-го волнового элемента, в месте соединения пластин	273
3.3.9. Определение эффективности излучения пластины конечных размеров при наличии в ней диффузного поля вибраций	281
3.4. Сопоставление звукоизоляции пластины конечных размеров при различных вариантах возбуждения и звукоизоляции бесконечной пластины при возбуждении плоской акустической волной, падающей по нормали к поверхности пластины	284

ГЛАВА 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВУХ КОМПЛЕКСНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ УПРУГОСТИ ИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕНЕНИЙ ЖЕСТКОСТЕЙ ОБРАЗЦОВ ЭТИХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАННОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ	293
4.1. Упругие постоянные изотропных материалов	293
4.2. Требования к объему необходимой информации об упруго-диссипативных характеристиках полимерных материалов	297
4.3. Методы измерения модулей упругости полимерных материалов	297
4.4. Определение модулей упругости полимерного материала по измерению динамических жесткостей образцов материала с различными значениями отношения R/H	307
4.5. Количество образцов, необходимых для достоверного определения модулей упругости полимерных материалов, и выбор их геометрических размеров	309
ПРИЛОЖЕНИЕ	311
П.1. Метод расчета виброакустических характеристик инженерных конструкций, использующий объективные свойства конструкций и названный методом граничных импедансных элементов (МГИЭ)	311

П.1.1. Общие положения МГИЭ	311
П.1.2. Формулировка требований к параметрам границ между отдельными элементами конструкции и обеспечение условий корректности постановки общей задачи колебаний сложной многоэлементной системы	314
П.1.3. Построение основных алгоритмов МГИЭ применительно к сложным многоэлементным системам	318
П.2. Метод конечных волновых элементов как частный случай метода конечных импедансных элементов	319
П.2.1. Основные особенности алгоритмов метода конечных волновых элементов	319
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	327