

БИБЛИОГРАФИЯ

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ Н. ГАСПА «РАССЕЯНИЕ ЗВУКА НА УПРУГИХ ОБЪЕКТАХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ». Париж; Цедокар, 1987. 639 с.

Diffusion acoustique par des cibles elastiques de forme géométrique simple. PARIS; CEDOCAR, 1987. 639 p.

Исследование рассеяния звука объектами правильной геометрической формы в настоящее время за рубежом продолжают интенсивно развиваться в основном во Франции и в США. Новый стимул этим исследованиям придало то обстоятельство, что помимо известных классических методов, разработанных еще Рэлеем, в акустике стали широко использовать методы, применяемые в современной квантовой теории рассеяния, которая оперирует такими понятиями, как S -матрица, полюсы Редже и т. д. Рецензируемая книга, в которой обобщены основные достижения французской школы акустиков в области фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований рассеяния звука за последнее десятилетие, является свидетельством благотворного влияния нового подхода к анализу задач классической акустики.

Книга состоит из 24 логически связанных глав, подготовленных ведущими французскими специалистами, объединившимися под акронимом Н. Гаспа.

В первой главе приводятся понятия, необходимые для дальнейшего рассмотрения, а также общие уравнения линейной акустики и их формы для случаев идеальной и термовязкой сред. Основное внимание уделено анализу условий прохождения звука через границу раздела сред и формулировке граничных условий.

Вторая глава обобщает результаты теоретического и экспериментального исследования отражения ограниченного пучка ультразвуковых (УЗ) волн от плоской границы раздела жидкость — твердое тело при углах падения, близких к критическому углу Рэлея.

Третья и четвертая главы, являющиеся логическим продолжением второй, посвящены исследованию обратного рассеяния УЗ при взаимодействии ограниченного пучка с поверхностью раздела жидкость — твердое тело. Детально проанализированы факторы, влияющие на амплитуду рассеяния в случае плоской границы. Изучено пространственное распределение в поле, формирующемся при наклонном падении УЗ-пучка на погруженную в воду пластину при критических углах, соответствующих генерации волн Лэмба. Для интерпретации этих экспериментальных данных использованы методы приближенного и численного анализов.

В пятой главе изложена теория распространения плоской монохроматической волны, последовательности импульсов и сигналов конечной длительности через слой жидкости и систему таких слоев. Предложено два подхода к расчету коэффициентов отражения и прохождения звука, трактующих слой жидкости как акустический интерферометр или как физическую систему с определенным набором собственных резонансов. Сопоставляются результаты расчетов, основанных на этих подходах.

Шестая и седьмая главы представляют теоретические и экспериментальные данные по рассеянию звука упругой пластиной, погруженной в воду. Получены аналитические выражения для ее собственных мод колебаний, коэффициентов отражения и пропускания плоской монохроматической волны. Анализируется влияние угла падения, толщины пластины и частоты УЗ на коэффициент отражения. В свете этих данных сопоставляются условия генерации волн Лэмба и Рэлея. Обсуждается подход к проблеме с позиций резонансного рассеяния. Проведены измерения коэффициентов отражения УЗ-пучка при различных углах падения и толщинах пластин в условиях дальнего поля на частотах 2 и 5 МГц.

В главах восьмой и девятой изложены основы формальной математической трактовки (преобразование Зоммерфельда — Ватсона, S -матрица и т. д.), применяемой для описания распространения и рассеяния волн в однородных и изотропных безгранично протяженных или ограниченных упругих средах. Приведена структура решений канонической задачи для цилиндрической и сферической геометрий. Показано, что применение матричного представления для коэффициентов отражения и преломления позволяет получить решение в форме, удобной для интерпретаций. Обсуждаются преимущества этого подхода по сравнению с классическим (геометрическая акустика) на примере задачи рассеяния звука на упругом цилиндре бесконечной длины.

В десятой главе этот классический подход использован при решении задачи о рассеянии звуковых волн на цилиндре и цилиндрической оболочке, что допустимо,

пока размеры рассеивателей превышают длину волны. Показано, что полученные результаты идентичны следующим из общей теории рассеяния, если параметры ka , l/l достаточно велики (k — волновое число звука, a — диаметр цилиндра, l — толщина оболочки).

Оригинальный метод резонансной спектроскопии, разработанный для изучения характеристик рассеивателей, описан в главе одиннадцатой. Приведены данные по его применению к объектам простой геометрической формы.

Глава двенадцатая содержит результаты численного решения задачи рассеяния звука в рамках формального подхода, обсуждавшегося в главе восьмой, для погруженных в воду сферических и цилиндрических объектов. Рассчитаны резонансные частоты поверхностных волн для этих рассеивателей и звуковое давление в рассеянных волнах на различных частотах падающей плоской волны.

Тринадцатая и четырнадцатая главы обобщают данные о свойствах рассеивателей простой геометрической формы, полученные методом резонансной спектроскопии, который описан в главе одиннадцатой. Эксперименты проводились в условиях, адекватных численным расчетам двенадцатой главы. Получены диаграммы рассеяния в установившемся и переходном режимах и дана их интерпретация. Описана методика идентификации резонансов в спектрах рассеивателей, применение которой проиллюстрировано рядом примеров.

В главе пятнадцатой приведены экспериментальные данные о рассеянии высокочастотных коротких импульсов цилиндрами и трубами. Показано, что представления геометрической оптики справедливы для описания акустической реакции цилиндров для любых направлений рассеяния, если параметр $ka \geq 200$.

Природа аномалий в спектре резонансов цилиндра, озвучиваемого плоской волной в условиях нормального падения, выходящих за рамки представлений теории резонансного рассеяния, обсуждается в шестнадцатой главе.

Главы семнадцатая и восемнадцатая рассматривают круг вопросов, связанных с рассеянием серии импульсов от плоского излучателя сферой (акустически мягкой или жесткой). Описана методика измерения акустической реакции сферы из поглощающего звук пористого материала на широкополосный импульс. Проведен детальный анализ полученных данных в рамках теории Био, разработанной для пористых сред с жидкостным заполнением.

В девятнадцатой и двадцатой главах дан анализ акустической реакции сферы из отражающего звук материала на импульсное воздействие, а также описаны опыты по измерению первых собственных резонансов упругой сферы, погруженной в воду, на частотах, удовлетворяющих условию $3 < ka < 30$.

Глава двадцать первая обобщает теоретические работы последних пяти лет по созданию численных методов расчета рассеяния звука упругими объектами.

Метод акустической томографии и его применение для восстановления изображения озвучиваемых объектов обсуждается в главе двадцать второй.

Глава двадцать третья посвящена разработке методов расчета геометрических и акустических параметров объектов с цилиндрической симметрией, находящихся в слоистой среде, по рассеянию на них упругих плоских волн.

Наконец, в главе двадцать четвертой описаны известные оптические методы визуализации волновых полей — шпирен-метод и метод фотоупругости. Обсуждается их применение для изучения рассеяния звука упругими плоскими объектами цилиндрической формы с большими значениями параметра ka .

Говоря о книге в целом, следует отметить актуальность и полноту охвата обсуждаемой тематики, высокий теоретический уровень и оригинальность экспериментальных методов. Монография рассчитана на специалистов в области акустики, неразрушающего контроля, медицинской диагностики. Учитывая заинтересованность в ней многочисленной аудитории, безусловно, можно ее рекомендовать для перевода на русский язык.

Книга не свободна от некоторых недостатков. Так, приведенные в третьей главе экспериментальные данные о незеркальном отражении звука пластиной, погруженной в жидкость, авторы ошибочно считают оригинальными. Очевидно, следует привести ссылку на работу, где эти данные были опубликованы впервые: Finney W. J. *Acoust. Soc. Amer.* 1948. V. 20. P. 625; Лямшев Л. М. Докл. АН СССР. 1954. Т. 99. С. 716. Незеркальное отражение звука толстой пластиной (упругим слоем), погруженной в жидкость, вблизи углов Лэмба, рассмотренные в главе 4, впервые рассматривались в советской литературе: см. Лямшев Л. М., Рудаков С. Н. *Акуст. журн.* 1956. Т. 2. С. 228.

Отмеченные критические замечания не снижают высокую оценку книги в целом и могут быть учтены коллективом авторов в случае ее переиздания.

О. А. Капустина