

БИБЛИОГРАФИЯ

© 1992 г.

Рецензия на книгу: Шендеров Е.Л. "ИЗЛУЧЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ ЗВУКА". Л.: Судостроение, 1989. 304 с.

Рецензируемая монография состоит из пяти глав: 1. Плоский излучатель звука; 2. Применение интегральных уравнений для решения задач излучения и дидракции звука; 3. Дифракция и излучение звука в клиновидной области; 4. Рассеяние звука на некоторых телах с идеальными граничными условиями; 5. Рассеяние звука на упругих телах.

Из названия глав можно видеть, что содержание книги построено в порядке возрастания ее сложности, как бы по восходящей линии. Реальные конструкции представляют собой упругие тела, нередко довольно сложной формы — пластинки и оболочки, подкрепленные ребрами жесткости и др., и можно не сомневаться, что одна из главных целей, которую ставил перед собой автор, — изложить современные представления о рассеянии и излучении звука упругими телами. Именно этой проблеме посвящена, как отмечалось выше, заключительная наиболее обширная глава книги.

Первые работы, относящиеся к проблеме дифракции и излучения звука упругими телами в жидкости, были выполнены в конце 40-х — начале 50-х годов (см., например, работы Финни, Фарана, Янгера в США и автора этой рецензии: Finney W., Reflection of Sound from submerged plates, J. ASA, 1948. V. 29. № 6. P. 625–631; Faran J., Sound scattering by solid cylinders and spheres, J. ASA, 1951. V. 23. № 4. P. 405–418; Junger M., Sound scattering by thin elastic shells, J. ASA, 1952. V. 24. № 4. p. 366–373; Лямшев Л.М., Отражение звука тонкими пластинками и оболочками в жидкости. М.: Изд-во АН СССР, 1955, 73 с.

В эти годы было установлено, что взаимодействие звуковых волн с колебаниями упругого тела в окружающей среде может приводить к значительным эффектам — увеличению сечения рассеяния, к порою значительным "искажениям" в угловых характеристиках отражения, рассеяния и излучения звука, таким эффектам, например, как незеркальное отражение и др. Проблема излучения и рассеяния звука упругими телами в жидкости оказалась весьма актуальной в связи с необходимостью решения многих важных практических задач пассивной и активной гидролокации. Это, вне всяких сомнений, сыграло важную роль в том, что к этой проблеме было привлечено в дальнейшем внимание многих ученых. Известный вклад принадлежит и автору рецензируемой монографии. Многие из полученных им результатов изложены в этой книге, а также в предшествовавшей ей его же монографии "Волновые задачи гидроакустики" (см. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. Л.: Судостроение, 1972. 348 с.).

Первая глава рецензируемой книги носит вводный характер. Излагаются известные сведения, относящиеся к постановке краевых задач излучения и рассеяния звука, обсуждаются такие важные характеристики, как импеданс излучения, коэффициент концентрации, рассматривается излучение звука плоскими излучателями. Но уже и в первой главе автор приводит некоторые оригинальные результаты — рассматривается, например, задача об излучении и рассеянии звука диском без экрана или в кольцевом экране.

Вторая глава книги начинается с рассмотрения представления решения задачи излучения (рассеяния) в виде ряда по расходящимся волнам. Автор подробно обсуждает лежащую в основе такого представления гипотезу Релея и пределы ее применимости. В следующих разделах рассматриваются интегральные уравнения для звукового поля на поверхности тела. Обсуждаются методы решения: метод простых источников, метод вспомогательных источников, комбинированный метод и др. Один из разделов главы посвящен сравнительно новому методу решения краевых задач дифракции и излучения звука — методу переходных матриц (метод T -матриц). Этот метод открывает возможности решения задач дифракции и излучения звука телами с нерегулярной поверхностью или телами произвольной формы. Многие результаты, полученные автором, приведены в двух заключительных разделах второй главы. Это относится к излучению звука отрезком трубы конечной длины при ее осесимметричных колебаниях, а также конечным цилиндром с акустически жесткими или мягкими торцами.

Многочисленные результаты исследований дифракции и излучения звука в клиновидных областях систематизируются в третьей главе. В книгах по акустике эта проблема, как правило, столь

подробно, как в рецензируемой монографии, не обсуждается. Между тем полученные в этой области результаты очень важны, так как их можно рассматривать как эталонные. С другой стороны, решения этих задач можно использовать в практических расчетах излучения и рассеяния звука реальными телами, имеющими края и кромки, представляющими собой экраны конечных размеров, и в других похожих случаях.

При изложении вопросов излучения и дифракции звука в клиновидных областях автор отдает должное фундаментальным результатам, полученным Г.Д. Малюженцем в этой весьма сложной проблеме дифракции волн.

Даны решения и подробная сводка результатов для различных случаев дифракции плоских, цилиндрических и сферических волн на клине. Приведены формулы, позволяющие описать плавно (без разрывов) звуковое поле во всех областях пространства, включая границы "освещенных" зон и зон тени. Эти формулы можно использовать непосредственно для расчетов во многих случаях, когда, рассматривая излучение или рассеяние звука реальным телом, необходимо, например, учесть влияние краев экранов на параметры приемных или излучающих гидроакустических антенн, в расчетах отражения (рассеяния) звука барьерами.

Четвертая глава книги, в которой рассматривается рассеяние звука некоторыми идеальными (неупругими) телами, состоит из трех разделов. В первом из них обсуждается физическое содержание понятий сечения рассеяния и радиуса эквивалентной сферы. Последнее важно потому, что физики, как правило, предпочитают, рассматривая задачи рассеяния, характеризовать эффекты величиной сечения рассеяния (полное сечение рассеяния, дифференциальное сечение рассеяния), а в инженерных расчетах часто пользуются понятием радиуса эквивалентной сферы. Второй раздел посвящен оптической теореме в акустике, представляющей собой соотношение, связывающее мощность в рассеянной волне и звуковое давление в рассеянной волне в направлении падения плоской волны на препятствие.

В третьем разделе обсуждаются результаты, относящиеся к обратному (локационному) рассеянию звука некоторыми эталонными телами. Рассматривается рассеяние звука длинным цилиндром, а также конечным цилиндром. В последнем случае дано аналитическое описание отраженного поля в точке наблюдения, находящейся в дальней зоне (зона Фраунгофера). Рассматриваются отражение звука от плоского экрана, от гладкой поверхности произвольной формы, от кромки клина, от искривленного цилиндра или изогнутой кромки клина. По-видимому, впервые даны оценки сечения рассеяния в локационном направлении, если ориентация отражающего тела относительно источника звука неизвестна.

Пятая глава монографии содержит результаты теоретического рассмотрения рассеяния звука упругими телами. Эта глава превосходит по объему каждую из предшествующих. Она включает восемь разделов. Основной метод решения краевых задач — матричный метод. Рассматривается рассеяние звука многослойным упругим цилиндром. Вначале приводится решение задачи о дифракции плоской звуковой волны на совокупности упругих цилиндрических слоев. Определяется T -матрица. Обсуждаются особенности дифракции звука на цилиндрической системе с внутренним упругим или импедансным цилиндром. Анализируется дальнейшее поле и роль резонансных явлений. Рассматривается рассеяние звука на тонкой цилиндрической оболочке и упругом цилиндре. Обсуждается роль периферических волн, возникающих при дифракции волн на упругих цилиндрических телах, в формировании звукового поля. Автор уделяет большое внимание формированию акустического поля внутри тонкой цилиндрической оболочки. Автором получены и приведены многочисленные оригинальные результаты. Это относится прежде всего к формированию каустик. Приводятся аналитические, численные результаты и данные экспериментов. В последнем случае это впечатляющие картины (фотографии) каустик, полученные теневым методом с использованием лазерной техники. Значительная часть главы содержит результаты исследования рассеяния звука сферическими оболочками — однородными и трансверсально-изотропными. Как и в случае рассеяния звука упругим цилиндром, автор пользуется методом T -матриц. В заключительном разделе этой главы приводятся результаты, относящиеся к рассеянию звуковых импульсов упругой сферой.

Говоря о книге в целом, следует отметить ее высокий уровень. Книга отражает в основном современное состояние проблемы рассеяния и излучения звука упругими телами. Достоинством книги служит и то, что многие результаты представлены в виде формул, удобных для вычислений на ЭВМ. Книга будет полезна широкому кругу читателей: физиков и инженеров, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Л.М. Лямшев