

БИБЛИОГРАФИЯ

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ

Ф. Фахи «ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗВУКА», Лондон — Нью-Йорк: Эльзевир Эпплайд Сайенс, 1989. 274 С. (F. J. Fahy «Sound Intensity», Elsevir Applied Science, London and New-York: 1989. 274 P.)

В издательстве «Эльзевир Эпплайд Сайенс» вышла в свет книга «Интенсивность звука». Ее автор, Фрэнк Фахи — известный английский акустик, сотрудник Института звука и вибраций Саутхэмптонского университета (Великобритания). По-видимому, это одна из первых, а, возможно, и первая монография, посвященная акустической интенсивности — новой области технической акустики. Акустическая интенсивность сформировалась как новое направление в 70-х — 80-х годах и автору монографии принадлежат в этой области основополагающие исследования. Об актуальности предмета книги свидетельствует тот факт, что в этом году во Франции в г. Сэнли (в окрестностях Парижа) прошел очередной специализированный третий по счету международный конгресс по акустической интенсивности. Ранее там же состоялись два предыдущих таких конгресса. Доклады по этой проблеме широко были представлены и на международных (всемирных) акустических конгрессах в Париже (Франция, 1983 г.), Торонто (Канада, 1986 г.) и Белграде (ФНРЮ, 1989 г.).

Общее представление о содержании книги дают названия ее разделов. Всего их девять: 1. Введение; 2. Краткий очерк развития измерений интенсивности звука; 3. Звук и звуковые поля; 4. Энергия и интенсивность звука; 5. Принципы измерения интенсивности звука; 6. Приборы: устройство, обработка сигналов, система представления выходных данных и калибровка; 7. Основы применения измерений интенсивности звука в технической акустике; 8. Процедуры измерений и практические приложения; 9. Интенсивность звука в трубах с потоком.

Первые три раздела монографии носят общий вводный характер. Здесь приводятся краткие сведения об акустической интенсивности, ее истоках, о звуке и звуковых полях. В третьем разделе, в частности, приводится вывод волнового уравнения, обсуждаются его фундаментальные решения, рассматривается интерференция волн, особенности звуковых волн в каналах. Характерно, что в отличие от общепринятого изложения этих вопросов в литературе рассматриваются типичные особенности не только полей звукового давления (скалярных полей), но и скоростей смещений или колебательных скоростей (векторных полей). Приводятся и обсуждаются картины распределения векторов колебательных скоростей в типичных звуковых полях. Излагаются основные сведения об излучении звука и рассматривается понятие импеданса в акустике.

В четвертом разделе монографии даются определение интенсивности звука, представление о полях интенсивности и обсуждаются их характерные свойства в типичных одномерных, двумерных и трехмерных акустических полях. Вводится понятие комплексной интенсивности и обсуждаются основные свойства векторных полей интенсивности. Эти представления используются далее при рассмотрении полей интенсивности монополюсного, дипольного и совокупности монополюсных источников звука, а также полей в трубах.

Пятая глава содержит изложение двух основных так называемых $p-v$ и $p-p$ принципов измерения интенсивности звука и создания современных акустических интенсивметров. В первом случае два выходных сигнала — один с приемника звукового давления p , а другой — с приемника колебательной скорости v перемножаются и дают зависящую от времени величину интенсивности звука в направлении оси приемника колебательной скорости. Во втором — сигнала с двух приемников звукового давления, разнесенных на сравнительно малое (волновое) расстояние друг от друга, соответствующим образом обрабатываются, чтобы получить на общем выходе сигнал, пропорциональный интенсивности. Полусумма сигналов с двух приемников (микрофонов или гидрофонов) характеризует величину звукового давления в области, занятой ячейкой из этих двух приемников, а отношение разности этих сигналов к расстоянию между приемниками характеризует, поскольку волновое расстояние между приемниками мало, величину градиента звукового давления, которая, в свою очередь, пропорциональна производной колебательной скорости по времени. Интегрирование (временное) этого сигнала, а затем перемножение с сигналом, пропорциональным звуковому давлению дает интенсивность звука. Этот же результат

можно получить, если измерить взаимный спектр сигналов с двух приемников звукового давления, а, точнее, мнимую компоненту взаимного спектра, что, как правило, и осуществляется в приборах — интенсиметрах, основанных на использовании $p-p$ принципа интенсиметрии. В этом же разделе книги ее автор дает подробный анализ ошибок измерений, в частности, обусловленных волновыми размерами ячейки приемников и собственно приемников (ошибок, связанных с дифракционными эффектами), а также неидентичностью фазовых характеристик приемников и ошибок измерений, обусловленных некоторыми другими причинами, например, конструктивными особенностями прибора.

В шестом разделе книги наряду с обсуждением конкретных конструкций выпускаемых некоторыми фирмами акустических интенсиметров ее автор продолжает обсуждение роли и влияния различных факторов, в том числе особенностей конструкции на показания интенсиметра. Рассматриваются ошибки, связанные с выбором той или иной схемы размещения приемников звукового давления в зависимости от их конструкции, обсуждается роль времени интегрирования (осреднения), частотной полосы приема, дается оценка ошибок, вызываемых наличием течения внешней среды (шумов обтекания). Рассматривается один из примеров конкретной блок-схемы акустического интенсиметра с использованием быстрого преобразования Фурье для обработки сигналов (измерение взаимного спектра). Приводятся также сведения о возможных методах калибровки интенсиметра.

Седьмой и восьмой разделы монографии в определенном смысле являются центральными, в них речь идет о применении акустической интенсиметрии в технической акустике, о типичных процедурах и методиках измерений. Автор рассматривает, по его словам, две широкие области применения. Одна из них — использование акустической интенсиметрии в акустической (ультразвуковой) технологии, например, в ультразвуковой очистке, неразрушающем контроле, а другая — борьба с шумом, включая возбуждение, распространение и подавление шума и вибраций механических структур. Правда, вопросы применения интенсиметрии к исследованию поля вибраций в механических структурах в книге детально не рассматриваются (можно сказать, что они лишь обозначены автором). Как справедливо отмечает автор, эта проблема находится еще в стадии изучения и формирования. Заметим, что именно эти вопросы являлись главной темой и были в центре внимания участников уже упоминавшегося выше прошедшего в этом году Третьего международного конгресса по акустической интенсиметрии.

Заключительный девятый раздел книги посвящен применению акустических интенсиметров для измерения полей интенсивности при распространении звука в трубах и каналах с течением газа или жидкости. Рассматривается влияние на результаты измерений установившегося стационарного течения, а также нестационарного и турбулентного потока. Указываются некоторые возможности устранения влияния шумов обтекания на результаты измерений.

Говоря о книге в целом, следует отметить ясное и последовательное изложение предмета. Книга хорошо иллюстрирована. Она может служить хорошим учебником. Монография будет полезной широкому кругу читателей от студента до профессионала-акустика, желающего познакомиться с акустической интенсиметрией — этой новой областью технической акустики.

В СССР систематические исследования полей колебательной скорости и интенсивности или так называемых «векторных полей» в акустике начали проводиться в семидесятых годах практически одновременно с развитием аналогичных исследований за рубежом. Первоначально представления о векторных полях в акустике многими было встречено с определенной долей скептицизма. Ведь традиционно акустики привыкли «иметь дело» со скалярными полями звукового давления (звукового потенциала), а традиционными приемниками звука служили практически всегда приемники звукового давления и лишь в отдельных случаях, например, в электроакустике и при исследовании вибраций механических структур, использовались приемники колебательной скорости и ускорения, а об измерении интенсивности практически никогда речи не было. Такой скептицизм был присущ, по-видимому, и зарубежным ученым. В известной мере с этим может быть связан тот факт, что первый акустический интенсиметр был запатентован в США Г. Ортоном еще в 1932 г. и понадобилось целых 50 лет! для создания первого серийного интенсиметра.

В настоящее время акустические интенсиметры выпускаются фирмами Дании, Норвегии, США, Японии и других стран. В нашей стране массовый выпуск этих приборов до сих пор не налажен.

Целесообразно перевести и издать рецензируемую книгу, что несомненно будет полезным для развития в нашей стране этой новой важной области технической акустики — акустической интенсиметрии.

Л. М. Лямшев