

УДК 534.23

Л.Д. ПолищукДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА
ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ПРИЕМНЫМИ СИСТЕМАМИ***Предлагается метод измерения параметров низкочастотных излучателей, базирующийся на интегральном преобразовании Кирхгофа-Гельмгольца. Дана оценка точности таких измерений и факторов, от которых она зависит.***Ключевые слова:** звуковое давление, колебательная скорость.**L.D. Polishchuk****MEASURING OF SOUND SOURCES CHARACTERISTICS BY SPATIAL
RECEIVING SYSTEMS***Method of measuring parameters of-frequency (e) radiators based on Khirgof-Celmogorfs integral transformation is proposed. It assesses the exactness of such measurements and factors on which it depends.***Key words:** sound-pressure, oscillating speed.

В связи со все более широким применением в гидроакустике крупногабаритных низкочастотных излучателей весьма актуальной является проблема измерения их параметров. Наиболее перспективными, по-видимому, здесь являются методы ближнего поля [1, 2], базирующиеся на интегральном преобразовании Кирхгофа-Гельмгольца, которое для случая гармонических волн имеет вид

$$P(\chi) = \frac{1}{4\pi} \iint_S \left[P(y) \frac{\partial}{\partial ny} \left(\frac{e^{ikr}}{r} \right) - \frac{\partial py}{\partial ny} \frac{e^{ikr}}{r} \right] ds,$$

где $P(\chi)$ – звуковое давление в точках дальнего поля; $P(y)$ – то же в точке Y ближнего поля; ny – нормаль к поверхности S в точке Y ; $r = (\chi - \gamma)$; k – волновое число.

В общем случае [1] справедливо для идеальных условий свободного поля. Однако, если в условиях ограниченного объема отражения представить в виде мнимых источников и соответствующим образом выбрать поверхность интегрирования S , то можно показать, что вклад этих мнимых источников равен нулю. Это дает право утверждать, что при измерении, допустим, диаграммной направленности излучателя пространственной приемной системой, образующей замкнутую поверхность, с последующими вычислениями по [1], результаты оказываются невариантными к окружающим условиям.

Если требуется измерить только изучаемую мощность, то процедуру вычислений можно упрочнить, основываясь на теореме Гаусса:

$$\iiint_v \operatorname{div} Y dv = \iint_s Y nds.$$

Если $\bar{Y} = P \cdot \bar{v}$ есть вектор Умова-Пойтинга, \bar{v} – колебательная скорость, а объем v содержит источник звука, то поток \bar{Y} через поверхность S равен его мощности, т.е.

$$Wa = \oint\oint_S Y_n ds,$$

где Y_n – нормальная к поверхности S , составляющая \bar{Y} .

Влияние отражений и внешних источников здесь также не требует специального рассмотрения, так как оно автоматически учитывается в фазовых соотношениях P и \bar{v} при интегрировании.

Процедура измерений в обоих случаях одинакова. Если выбрать в качестве S некоторую поверхность вращения (например, сферу), то можно расположить некоторое число приемников по контуру (окружности) и измерения проводить в несколько приемов, каждый раз проворачивая контур на определенный угол относительно излучателя. При этом необходимо обеспечить жесткую синхронизацию момента снятия отчета с фазой исходного сигнала.

Более простой окажется процедура измерений, если приемниками дискретно покрывать всю поверхность интегрирования и снятие отчетов производить одновременно. Однако в этом случае очевидно значительное усложнение конструкции измерительного стенда.

Экспериментальная проверка данного метода на специально разработанном стенде подтвердила его эффективность. В качестве приемников использовались датчики давления и колебательной скорости.

Суммарная ошибка измерений зависит от точности измерения звукового давления, колебательной скорости и сдвига фаз между ними. Вносят свой вклад также такие факторы, как количество приемников и шаг дискретизации, однако принципиально их влияние может быть сведено к минимуму. Определяющими будут первые два фактора. Поскольку приемники давления в настоящее время могут быть прогнозируемыми с довольно высокой точностью, то можно утверждать, что суммарная ошибка будет иметь порядок ошибки измерения колебательной скорости.

Список литературы

1. Horton C.W., Innis G.S. The Computation of Far-Field Radiation Patterng from Meagurements Made Near the Source, YASA, 1961. – P. 33, 7, 877-880.
2. Касаткин Б.А. Изменение параметров излучателей звука в матурных условиях [Текст] / Б.А. Касаткин, Е.А. Купцов, Л.Д. Полищук // Использование современных физических методов в неразрушающих исследованиях и контроле: тез. докл. Всесоюз. конф. – Хабаровск, 1984.
3. Полищук Л.Д. Измерение характеристик источников звука в условиях нестационарного звукового поля [Текст] / Л.Д. Полищук.– Владивосток, 1992.

Сведения об авторах: Полищук Леонид Демьянович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: poelishchuk@mail.ru.