

Г. П. МОТУЛЕВИЧ, И. Л. ФАБЕЛИНСКИЙ и Л. Н. ШТЕЙНГАУЗ  
АБСОЛЮТНЫЙ АКУСТИЧЕСКИЙ МИКРОРАДИОМЕТР

(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 1 XI 1949)

Для решения ряда физических и технических вопросов акустики применяются радиометры, позволяющие измерять давление звука. Гидродинамика дает возможность связать давление звука с его амплитудой и таким образом оказывается возможным получить значение амплитуды звуковой волны.

Описанные в литературе радиометры (1), употребляемые в практике лабораторных измерений и имеющие сколько-нибудь удовлетворительную чувствительность при малых интенсивностях звукового поля, основаны на принципе крутильных весов в различных конструктивных вариантах. Все такие модели радиометров обладают общим существенным недостатком: отклоняющийся под действием звука приемник давления плоской или шаровой формы испытывает различное эффективное давление, связанное с изменением положения приемника. В случае плоского приемника это давление будет зависеть еще и от угла между нормалью к плоскости и направлением распространения ультразвуковой волны. Пределы измерения таких радиометров обычно узки, так как они ограничены углом поворота приемника давления. Для разных диапазонов давления приходится применять разные радиометры.

Для измерения абсолютной величины давления необходима градуировка прибора. Обычно это делается расчетным путем по модулю сдвига материала подвеса, взятому из таблиц, что в свою очередь является источником существенных погрешностей. Приводимая ниже модель свободна от этих недостатков.

Устройство радиометра показано на рис. 1 (слева). Подвижная часть радиометра состоит из легкой прочной фермы 1, укрепленной на ленточных металлических растяжках на поворотной головке (коррек-

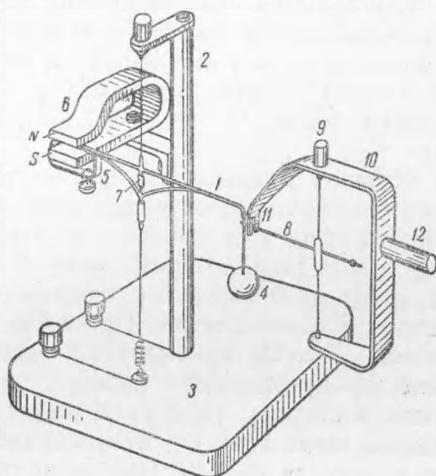


Рис. 1. Микрорадиометр с динамометром. 1 — подвижная ферма длиной около 100 мм из латунной проволоки диаметром 1 мм на ленточных растяжках из фосфористой бронзы  $12 \times 200 \mu$ ; 4 — приемник давления — латунный шар диаметром 11 мм на ленте  $0,1 \times 1$  мм; 5 — рамка из 30 витков ПЭШО диаметром 0,2 мм для создания противодействующего момента; 8 — рычаг динамометра — стеклянная трубка диаметром 0,3 мм на платино-никелевой ленте  $5 \times 100 \mu$ .

торе) в стойке 2 и пружинке в основании 3 прибора. На одном конце фермы подвешен на металлической ленте приемник звукового давления, например, шар 4, а на другом укреплен прямоугольная рамка 5 из медной изолированной проволоки, взаимодействующая с полем постоянного магнита 6. Растяжки создают слабый противодействующий момент, сообразный с допустимым временем успокоения прибора, и используются для подвода тока к рамке, так как они изолированы между собой. В середине фермы укреплено зеркало 7.

Звуковая волна, действующая с силой  $F$  на приемник 4 в направлении, перпендикулярном плоскости фермы, поворачивает подвижную часть радиометра. Взаимодействие между полем магнита и током  $I$  соответствующего направления и величины, пропускаемым через рамку 5, создает момент, возвращающий подвижную часть в исходное положение, т. е. компенсирующий момент силы  $F$ . Нормальное (нулевое) положение подвижной части точно восстанавливается при помощи светового указателя, отраженного на удаленную шкалу от зеркала 7.

Так как при заданном магните величина указанного взаимодействия определяется силой тока  $I$ , то градуировка прибора сводится к определению соотношения между  $I$  и  $F$ . Для этой цели был изготовлен динамометр, изображенный на рисунке справа.

Конструкция его аналогична радиометру. Здесь весьма легкий трубчатый рычаг 8 прикреплен к тонкой упругой ленте, натянутой между жесткой опорой и поворотной головкой 9 в скобе 10. Тщательно уравновешенный рычаг проходит удлиненным концом между опорными щеками щели 11, ширина которой несколько больше диаметра рычага.

Сначала динамометр, закрепленный в штативе (на рисунке не показан), устанавливается рядом с радиометром, как изображено на рисунке, и конец рычага отмеченным местом приводится в соприкосновение с ребром ленты шара. Через рамку 5 пропускается ток определенной величины, который вызывает отклонение фермы и соприкасающегося с ней рычага 8 динамометра. При этом рычаг упирается в щеку. Поворотом головки 9 рычаг приводится в исходное положение, т. е. ставится посредине между опорными щеками, не касаясь их. Далее динамометр отводится в сторону (при этом рычаг оказывается прижатым к противоположной щеке щели) и поворачивается на  $90^\circ$  вокруг оси штыря 12, связанного со скобой 10. Подбирая груз и навешивая его на метку рычага, приводят последний снова на середину щели 11. Ввешивая уравновешивающий груз, определяют постоянную прибора, т. е.  $B = F/I$ , где  $F$  — вес груза, а  $I$  — сила тока в рамке. Независимость  $B$  от  $I$  объясняется тем обстоятельством, что прибор работает при неизменном положении рамки (нулевой метод). Таким образом,  $F = BI$ , следовательно, градуировка прибора линейна, т. е. выполняется просто и с хорошей точностью.

Преимущество описанного прибора перед другими конструкциями состоит, главным образом, в следующем:

1. Прибор обладает высокой чувствительностью и дает возможность измерять давление звука (силу) в большом диапазоне. Прибор, построенный нами, позволил мерить силу от  $10^{-3}$  до  $10^3$  дин. Нетрудно изготовить прибор более чувствительный или более грубый, работающий в столь же широком диапазоне.

2. При измерении давления приемник и рамка приводятся всегда в первоначальное положение, поэтому сохраняются все преимущества нулевого метода.

3. Строгая линейная зависимость силы от компенсирующего тока упрощает градуировку прибора и позволяет измерить действующую силу с одинаковой точностью во всем диапазоне.

Такой радиометр, защищенный соответствующим кожухом от движения воздуха, применен для определения амплитуды ультразвуковой волны в жидкостях, в условиях, когда свет, дифрагированный на звуке, дает лишь максимумы первого порядка, т. е. для волны небольшой интенсивности. Опыты обнаружили, что измерения в этих условиях идут вполне надежно. Указанный случай применения радиометра показывает возможность его использования для определения величины  $\partial n/\partial \rho$ , где  $n$  — показатель преломления света, а  $\rho$  — плотность. Измерения такого рода представляют значительный интерес, поскольку применимость формулы Лорентц-Лоренца вообще мало обоснована, а в ряде случаев она заведомо неприменима. В то же время знание величины  $\partial n/\partial \rho$  весьма важно, например, для проблемы рассеяния света. Для исследований этого рода и предполагается прежде всего использовать осуществленный нами прибор. Несомненно, он может найти и другие применения.

Мы благодарны акад. Г. С. Ландсбергу и проф. С. М. Рытову за постоянный интерес и внимание к нашей работе.

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило  
1 XI 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> И. Т. Соколов, ЖТФ, 12, 561 (1942). <sup>2</sup> E. Hiedemann, Grundlagen und Ergebnisse der Ultraschallforschung, Berlin, 1939.