

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДЕМОСТРАЦИИ ПО КУРСУ ФИЗИКИ

1. ДИАГРАММА НАПРАВЛЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

Излучение акустического излучателя (громкоговорителя) обладает заметной остротой направленности, если волновой параметр излучателя λ/D (λ — длина излученной звуковой волны, D — диаметр диффузора громкоговорителя) значительно меньше единицы.

Распределение излученной энергии (или амплитуды) есть функция угла θ между осью симметрии диффузора и прямой, проходящей через точку наблюдения и излучатель.

В эксперименте, демонстрирующем диаграмму направленности акустического излучателя, использовался динамик 1ГД-11 (полоса пропускания 70 — 10 000 *гц*), возбуждаемый звуковым генератором 3Г-10. Приемником звука

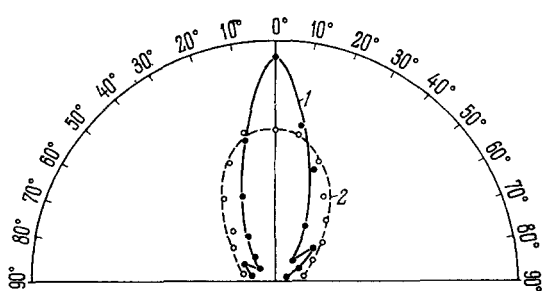


Рис. 1.

служил микрофон, сигнал с которого поступал на вход вертикального усилителя осциллографа 90-7. Расстояние от излучателя до микрофона ~ 2 м.

По величине амплитуды сигнала на экране осциллографа можно судить об интенсивности излучения в том или ином направлении. Для снятия диаграммы направленности можно менять положение излучателя и приемника друг относительно друга либо перемещая микрофон по окружности, в центре которой помещен динамик, либо же оставляя приемник неподвижным и вращая излучатель вокруг вертикальной оси. Вариации расстояния L не изменяют диаграмму направленности излучателя. В эксперименте фиксировались углы θ и соответствующие им амплитуды сигнала на экране осциллографа.

Диаграммы направленности для частот $f_1 = 8000$ гц (1) ($\lambda_1 = 0,041$ м) и $f_2 = 800$ гц (2) ($\lambda_2 = 0,41$ м) приведены на рис. 1.

Из сравнения диаграмм видно, что изменение волнового параметра (вследствие изменения излученной длины волны) приводит к изменению остроты направленности излучения; при более высокой частоте делаются заметными небольшие побочные максимумы излучения.

2. ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ НА АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗОНАТОРА

Резонатор Гельмгольца является колебательной системой с одной степенью свободы, поэтому он обладает способностью отзываться на одну определенную частоту, соответствующую его собственной частоте. Последняя зависит, в частности, от свойств среды, заполняющей объем резонатора.

В эксперименте сравнивались собственные частоты резонатора Гельмгольца, поочередно заполняемого воздухом или гелием. Для подобного случая отношение собственных частот резонатора определяется следующим выражением:

$$\frac{f_{\text{He}}}{f_{\text{возд}}} = \sqrt{\frac{\gamma_{\text{He}} M_{\text{возд}}}{\gamma_{\text{возд}} M_{\text{He}}}},$$

где $\gamma = c_p/c_v$, а M — молекулярный вес вещества, заполняющего резонатор. Для чистого гелия $f_{\text{He}}/f_{\text{возд}} \approx 3$.

Резонатор Гельмгольца, имеющий в воздухе собственную частоту $f_{\text{возд}} = 560$ гц, возбуждался громкоговорителем, на который поступал сигнал от звукового генератора ЗГ-10.

При резонансе легкая бумажная вертушка, поставленная на выходе резонатора, приходила во вращение, что и являлось свидетельством совпадения частоты возбуждения с собственной частотой резонатора.

Если полость резонатора заполнить гелием (не прекращая воздействия громкоговорителя на резонатор), вращение бумажной вертушки прекращается вследствие изменения собственной частоты резонатора. Изменением частоты возбуждения можно снова получить интенсивное вращение вертушки, что будет свидетельствовать о резонировании на другой частоте. Резонатор, заполненный гелием, резонировал на частоте $f_{\text{He}} = 1250$ гц.

Отношение частот $f_{\text{He}}/f_{\text{возд}}$, полученное в эксперименте, оказалось меньше теоретического, так как в силу условий нашего опыта трудно добиться заполнения резонатора чистым гелием. Но разница в частотах, на которые откликается резонатор, хорошо контролируется на слух; поэтому демонстрация достаточно убедительна.

После прекращения подачи гелия в резонатор по мере вытеснения гелия воздухом вращение вертушки замедляется и затем полностью прекращается. Когда будет удален практически весь гелий, можно вернуться к частоте 560 гц, на которую резонатор снова будет откликаться.

Гелий в полость резонатора лучше подавать под давлением, несколько большим атмосферного, для более быстрого вытеснения воздуха из полости резонатора и заполнения ее гелием.

Данный эксперимент можно дополнить иллюстрацией изменения тембра голоса при вдыхании гелия вместо воздуха.

3. СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Колебательный контур является линейной колебательной системой, если в уравнении его состояния

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = 0$$

коэффициенты L , R , $1/C$ — постоянные величины. В этом случае, как известно, собственные колебания контура есть гармонические колебания, затухающие во времени, и частота их в основном определяется L и C .

В случае зависимости L от тока или C от напряжения в колебаниях контура появятся дополнительные частоты, которые исказят временную характеристику колебаний контура.

Так, если в колебательный контур ввести катушку с железным сердечником и при зарядке конденсатора подать на контур достаточно большое напряжение, то за счет переменного намагничивания сердечника индуктивность катушки L перестает быть постоянной, и картина свободных колебаний будет резко отличаться от колебаний в линейном режиме.

На рис. 2 и 3 показаны собственные колебания тока в контуре при напряжениях зарядки $U_1 = 6$ в (рис. 2, линейный режим) и $U_2 = 100$ в (рис. 3, нелинейный режим).

Контур представляет последовательно соединенные постоянную емкость $C = 4 - 16$ мкф и индуктивность — вторичную обмотку высоковольтного трансформатора с $L \approx 10$ гн; омическое сопротивление контура $R \approx 300$ ом.

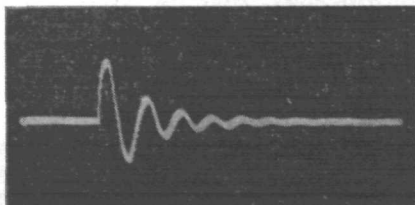


Рис. 2.

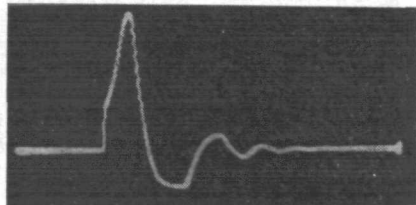


Рис. 3.

Напряжение с части активного сопротивления, пропорциональное току в контуре, подается на вход осциллографа С1-29 с запоминающей трубкой. Осциллограф такого типа удобен для исследования и фотографирования медленных электрических колебаний.

Подобные же искажения наблюдаются и в том случае, когда емкость контура (или часть ее, если параллельно постоянной емкости подключить, например, варикап типа Д811) зависит от напряжения.

А. Н. Козлова

Московский государственный
педагогический институт
им. В. И. Ленина