

- sein de solutions sumises, à un rayonnement ultrasonore, sur le rendement des effets chimiques et la luminescence. *Comp. Rend.*, 1962, 254, 8 janv., 231—233.
10. М. Г. Сиротюк. Баланс энергии звукового поля при наличии кавитации. *Акуст. ж.*, 1964, 10, 4, 465—469.
11. Л. Д. Розенберг, М. Г. Сиротюк. Установка для получения фокусированного ультразвука высокой интенсивности. *Акуст. ж.*, 1959, 5, 2, 206—211.

Акустический институт АН СССР  
Москва

Поступило в редакцию  
19 октября 1964 г.

УДК 534.874.1

## КОЭФФИЦИЕНТ КОНЦЕНТРАЦИИ ОБЪЕМНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОЗРАЧНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ

*М. Д. Смарышев*

Рассмотрим акустическую антенну, элементы которой расположены в объеме, ограниченном поверхностью прямого кругового цилиндра и двумя параллельными плоскостями, нормальными оси симметрии цилиндра.

Пусть элементы антенны расположены внутри объема равномерно и расстояния между соседними элементами меньше  $0,5 \lambda$ . Кроме того, пусть сами элементы настолько малы, что дифракцией на них можно пренебречь. Элементы антенны возбуждаются не синфазно, а таким образом, что в направлении оси цилиндра в дальнем поле давления, развиваемые отдельными элементами, складываются в фазе (т. е. осуществляется компенсация антенны в направлении оси цилиндра). Поскольку расстояния между соседними элементами антенны малы, для упрощения анализа можно считать, что антенна непрерывна. Коэффициент концентрации такой гипотетической непрерывной прозрачной антенны может быть определен по формуле

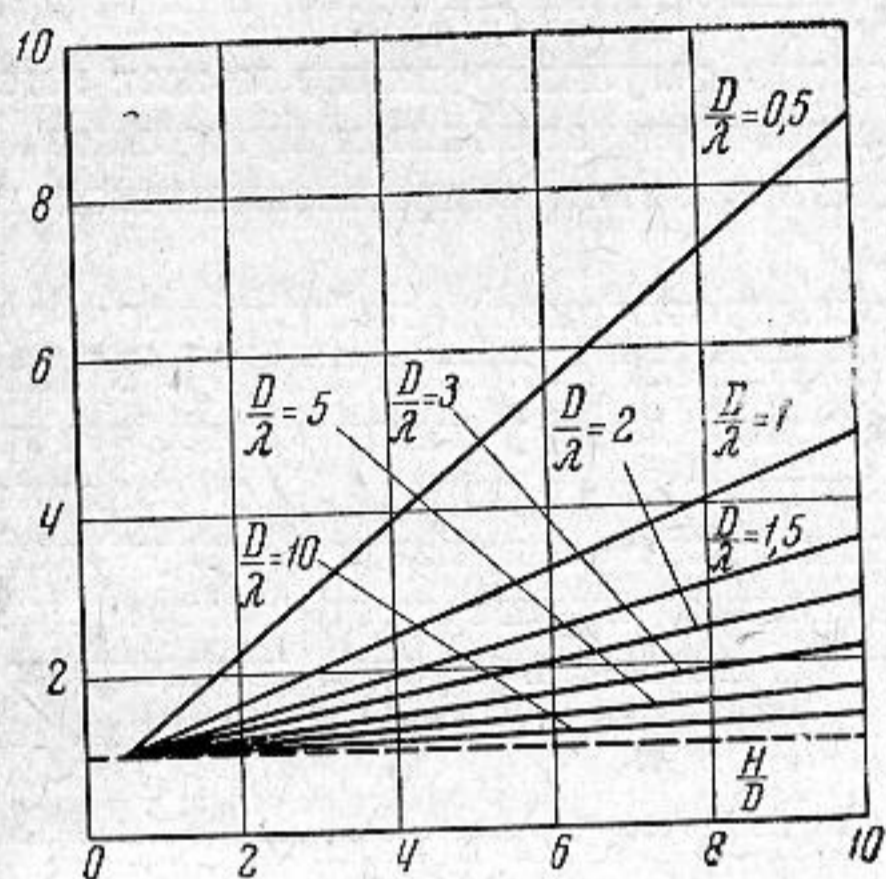
$$K = \frac{2}{\int_0^\pi \left\{ \frac{2J_1\left(\frac{\pi D}{\lambda} \sin \alpha\right)}{\frac{\pi D}{\lambda} \sin \alpha} \times \frac{\sin\left[\frac{\pi H}{\lambda}(1 - \cos \alpha)\right]}{\frac{\pi H}{\lambda}(1 - \cos \alpha)} \right\}^2 \sin \alpha d\alpha},$$

где  $D$  — диаметр основания цилиндра,  $H$  — его высота,  $\lambda$  — длина волны излучаемых колебаний.

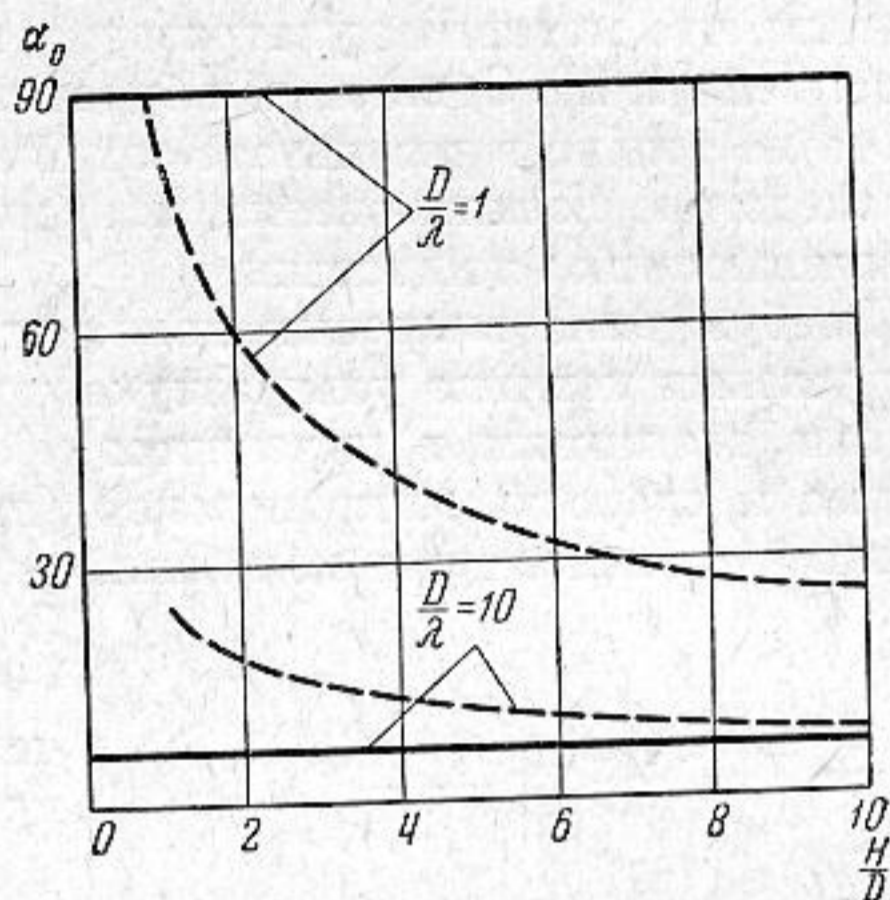
При различных значениях  $D/\lambda$  и  $H/\lambda$  по этой формуле вычислялся коэффициент концентрации объемной акустической антенны, а затем определялся присущий ей «коэффициент использования пространства» — отношение коэффициента концентрации объемной акустической антенны к коэффициенту концентрации плоского поршня, совпадающего с основанием цилиндра и излучающего одной стороной ( $\pi^2 D^2 / \lambda^2$ ). На фиг. 1 представлена полученная в результате расчета зависимость коэффициента использования пространства от отношения  $H/D$  при различных  $D/\lambda$ . Как видно из графика, при малых  $D/\lambda$  увеличение протяженности антенны вдоль образующей значительно увеличивает коэффициент использования пространства. Так, при  $D/\lambda = 0,5$  и  $H/\lambda = 10$  коэффициент концентрации рассматриваемой антенны примерно в 9 раз больше, чем коэффициент концентрации равновеликого (по площади поперечного сечения) плоского поршня. При больших же относительных размерах поперечного сечения антенны увеличение размера антенны вдоль образующей увеличивает коэффициент использования пространства незначительно. Например, при  $D/\lambda = 10$  и  $H/D = 10$  коэффициент концентрации объемной антенны превосходит коэффициент концентрации плоского поршня всего на 30%. Заметим, что при  $H/D \rightarrow 0$  коэффициент использования пространства стремится к  $1/2$ , т. к. объемная антенна при этом превращается в плоский поршень, работающий двумя сторонами.

То обстоятельство, что коэффициент концентрации объемной антенны изменяется несущественно при увеличении ее продольного размера, если велик относительный размер ее поперечного сечения, можно легко пояснить, рассматривая характеристики направленности антенны.

В первом приближении можно считать, что коэффициент концентрации определяется шириной характеристики направленности на уровне ее первого нуля. Так как характеристика направленности рассматриваемой объемной антенны определяется произведением двух характеристик направленности, то ее ширина (на уровне первого нуля) совпадает с шириной наиболее острой из двух характеристик направленности, являющихся



Фиг. 1



Фиг. 2

сомножителями. На фиг. 2 представлена зависимость полуширины характеристики направленности от  $H/D$  для плоского поршня, совпадающего с основанием цилиндра (сплошные линии) и для образующей, компенсированной вдоль оси (пунктирные линии) при  $D/\lambda \approx 1$  и  $D/\lambda = 10$ .

При  $D/\lambda \approx 1$  характеристика направленности образующей острее, чем характеристика направленности плоского поршня, кроме того, ширина ее с ростом  $H/D$  значительно уменьшается, что, естественно, приводит к обострению характеристики направленности всей антенны и увеличению коэффициента концентрации. В случае же  $D/\lambda = 10$  ширина характеристики направленности плоского поршня (в рассматриваемом диапазоне изменения  $H/D$ ) меньше, чем ширина характеристики направленности образующей и при увеличении  $H/D$  полуширина характеристики направленности объемной антенны остается постоянной. Наблюдаемое при этом некоторое увеличение коэффициента концентрации, происходит вследствие подавления добавочных максимумов характеристики направленности плоского поршня и деформации ее основного максимума.

Таким образом, малая величина коэффициента использования пространства объемной антенны при больших размерах ее поперечного сечения объясняется тем, что ширина характеристики направленности продольно компенсированной линии падает значительно меньше, чем ширина характеристики направленности плоского поршня, при одинаковом увеличении их относительных размеров.

Можно предполагать, что полученные закономерности качественно останутся справедливыми и для объемных антенн несколько иных конфигураций, чем рассмотренная, а также для объемных дискретных решеток, если только расстояния между их элементами меньше половины длины волны.