АКУСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том XXI 1975 Вып. 2

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

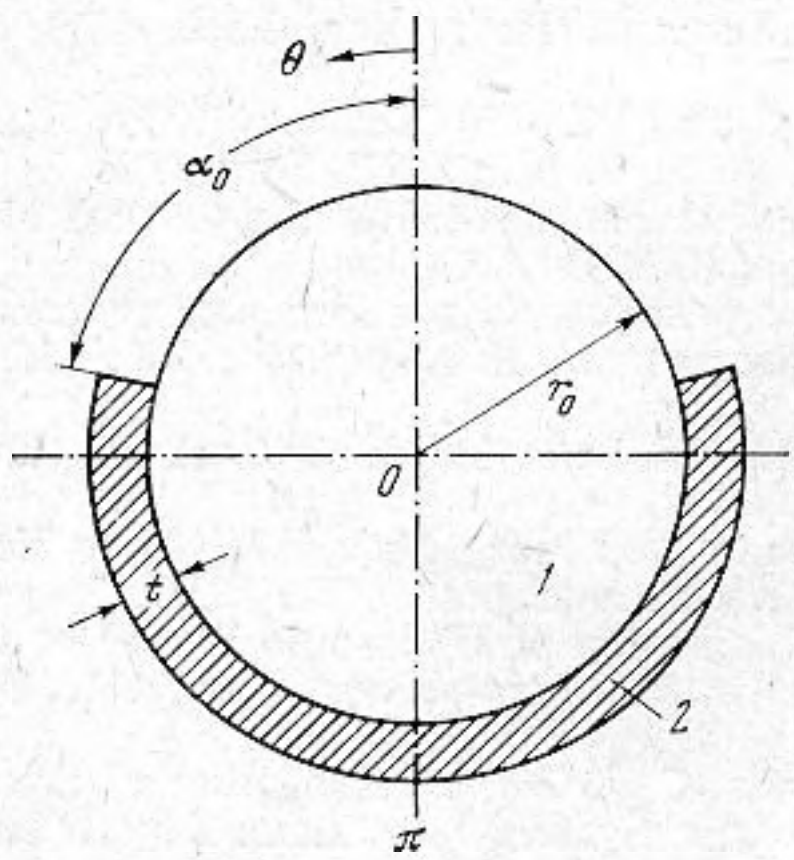
УДК 534.26

К ВОПРОСУ О НАПРАВЛЕННОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ, ЧАСТИЧНО ПОКРЫТОГО СЛОЕМ ЭКРАНИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

И. В. Вовк, В. Т. Гринченко

В настоящее время для создания направленного излучения нередко используют пульсирующий цилиндрический излучатель, часть поверхности которого закрыта слоем экранирующего материала. На фиг. 1 изображено сечение излучателя плоскостью, перпендикулярной его продольной оси: *1* – цилиндрический излучатель, *2* – экран.

Одна из возможных и наиболее простых расчетных схем при изучении свойств такого излучателя – смешанная граничная задача для кругового цилиндра [1]. Однако заведомо ясно, что увеличение волновой толщины экранирующего слоя приведет к значительному расхождению между диаграммами направленности излучателя, изображенного на фиг. 1, и частично экранированного слоем нулевой толщины кругового цилиндра. В связи с этим представляется важным установить границу практической применимости результатов расчета, полученных без учета конечной толщины экрана.



Фиг. 1

Ниже вопрос о границе применимости приближенного подхода к изучению направленных свойств излучателя решается на основе сравнения результатов расчета, полученных при решении смешанной задачи [1], и результатов расчета по методу, учитывающему толщину экрана [2]. Воспользуемся результатами работы [2], в которой исследуется звуковое поле цилиндрического излучателя, часть поверхности которого покрыта слоем экрана конечной толщины. С помощью полученных в этой работе соотношений были проведены расчеты ширины основного лепестка $\theta_{0,7}$ диаграммы направленности (на уровне 0,7 от максимального значения диаграммы направленности) в широком диапазоне изменений величин r_0, t, α_0 (см. фиг. 1).

На фиг. 2, 3 приведены графики, отражающие зависимость величины $\theta_{0,7}$ от волновой толщины слоя экрана t/λ для $r_0/\lambda=0{,}25$; 0,5 соответственно. Кривым *1–5* на каждой фигуре соответствуют углы $2\alpha_0=\pi/4$, $\pi/3$, $\pi/2$, $2\pi/3$, π. В левой части графиков, в начале кривых, точками обозначены значения $\theta_{0,7}$, рассчитанные по методу [1]. Выражение для минимизируемого функционала F при этих расчетах принималось в форме

$$F=\int_0^{\alpha_0}|\Phi(r_0,\theta)-f(r_0,\theta)|^2\,d\theta+k^2\int_{\alpha_0}^{\pi}\left|V(r_0,\theta)-\left(\frac{\partial f(r,\theta)}{\partial r}\right)_{r=r_0}\right|^2 d\theta, \tag{1}$$

где $\Phi(r_0,\theta)$ и $V(r_0,\theta)$ – краевые значения полей на соответственных частях поверхности излучателя;

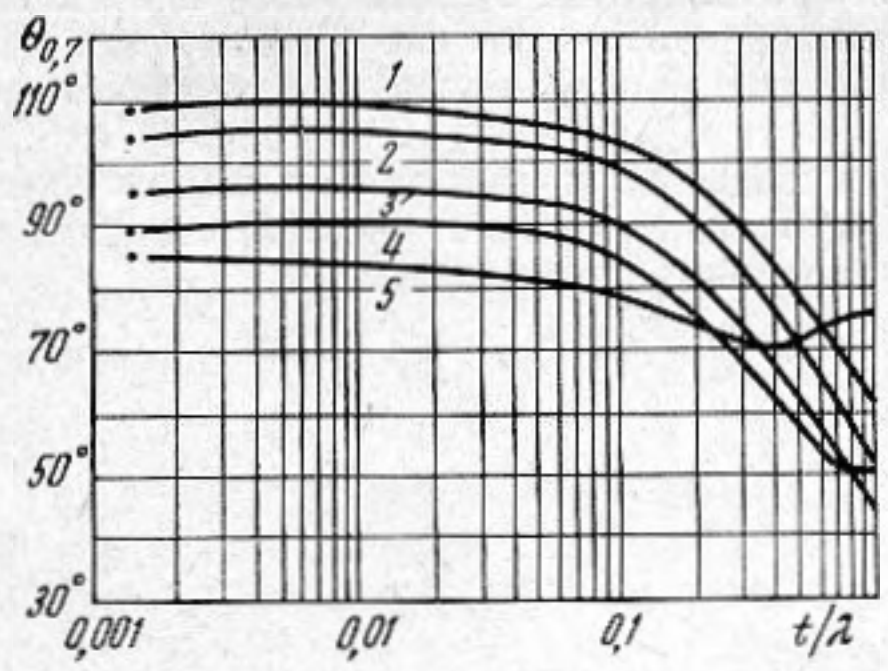
$$f(r,\theta)=\sum_{m=0}^{n}A_mH_m^{(2)}(kr)\cos m\theta.$$

Выражение (1) отличается от принятого в работе [1] (см. формулу (9)) множителем k^2 перед вторым слагаемым. Его введение обусловливается необходимостью

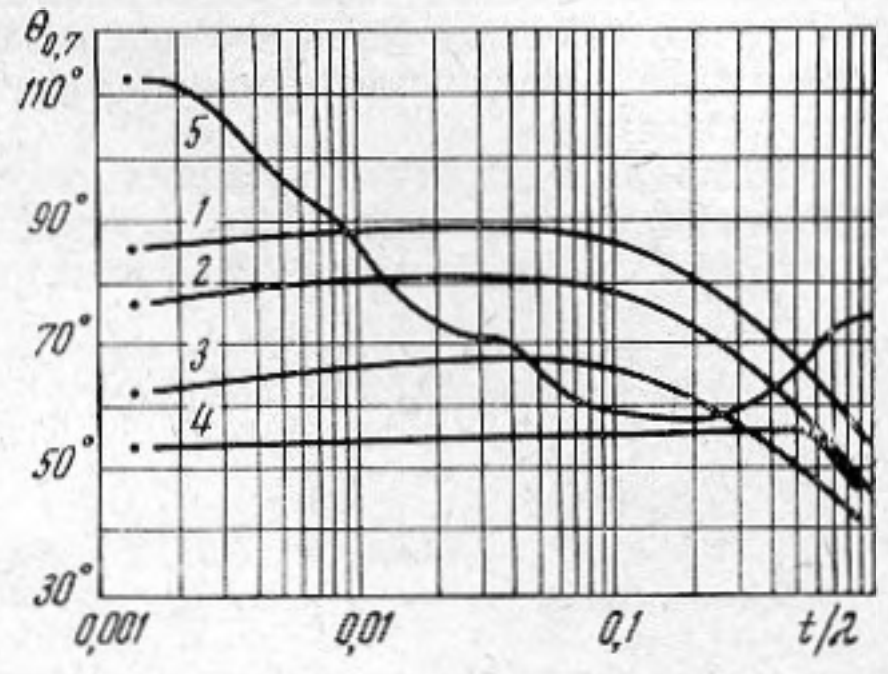
уравнять размерности обоих слагаемых в формуле (1). Такой способ построения функционала при использовании вариационных подходов к решению смешанных задач указан в работе [3].

Как следует из кривых, приведенных на фиг. 2, 3, при волновой толщине экрана, меньшей 0,002, значения $\theta_{0,7}$, рассчитанные методами [1, 2], с графической точностью совпадают. В дальнейшем на участке $0{,}002 \leqslant t/\lambda \leqslant 0{,}05$ величина $\theta_{0,7}$ изменяется сравнительно слабо, не более чем на 10% от ее значения при $t/\lambda = 0{,}002$. Однако при значениях $t/\lambda > 0{,}05$ на ширине основного лепестка начинает сказываться влияние толщины экрана.

Особо следует отметить существенную зависимость величины $\theta_{0,7}$ от волновой толщины экрана для случая, когда $r_0/\lambda = 0{,}5$; $2\alpha_0 = \pi$ (кривая *5* на фиг. 3). Такое свое-



Фиг. 2



Фиг. 3

образное поведение этой кривой, по-видимому, вызвано тем, что диаметр цилиндрического излучателя в данном случае совпадает с длиной волны. Такого рода явления неоднократно отмечались в литературе и не являются чем-то неожиданным [4].

Таким образом, на основании приведенных выше результатов можно сделать следующее заключение: при проведении расчетов диаграммы направленности цилиндрического излучателя со слоем экрана вполне удовлетворительные результаты можно получить, используя метод, изложенный в работе [1], если волновая толщина слоя экрана не превышает значения порядка 0,05. В случае бóльших значений t/λ следует пользоваться более строгими методами, позволяющими производить учет реальной толщины экрана, например методом, изложенным в работе [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. *М. И. Карновский, В. Г. Лозовик.* Акустическое поле бесконечного кругового цилиндрического излучателя при смешанных граничных условиях на его поверхности. Акуст. ж., 1964, *10*, 3, 313—317.
2. *И. В. Вовк, В. Т. Гринченко, В. И. Маяцкий.* Звуковое поле бесконечного кругового цилиндрического преобразователя, частично покрытого слоем акустически мягкого материала. Акуст. ж., 1972, *18*, 3, 365—369.
3. *М. И. Карновский, В. Г. Лозовик.* Акустическое поле внешности сферы при смешанных граничных условиях на сфере. Акуст. ж., 1965, *11*, 2, 176—180.
4. *J. E. Keys, R. J. Primich.* The nose-on radar cross sections of conducting right circular cones. Canad. J. Phys., 1959, *37*, 521—522.

Поступила
30 сентября 1972 г.
После переработки
14 февраля 1974 г.