

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.

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  $r_0, t, \alpha_0$  (см. фиг. 1).

На фиг. 2, 3 приведены графики, отражающие зависимость величины  $\theta_{0,7}$  от волновой

толщины слоя экрана  $t/\lambda$  для  $r_0/\lambda=0,25; 0,5$  соответственно. Кривым 1—5 на каждой фигуре соответствуют углы  $2\alpha_0=\pi/4, \pi/3, \pi/2, 2\pi/3, \pi$ . 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

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

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

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

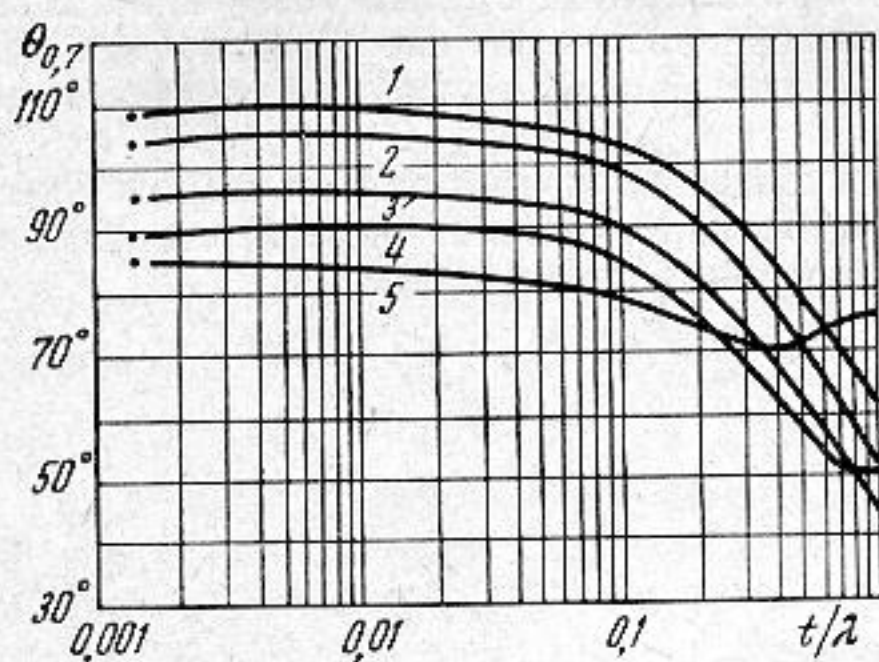
Выражение (1) отличается от принятого в работе [1] (см. формулу (9)) множителем  $k^2$  перед вторым слагаемым. Его введение обусловливается необходимостью



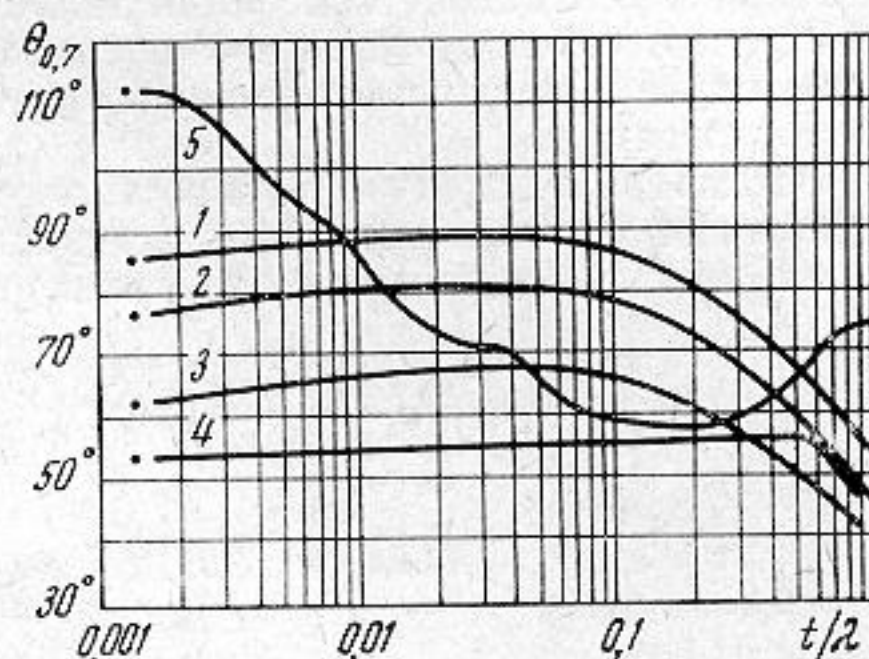
уравнять размерности обоих слагаемых в формуле (1). Такой способ построения функционала при использовании вариационных подходов к решению смешанных задач указан в работе [3].

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  $0,002 \leq t/\lambda \leq 0,05$  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 больших значений  $t/\lambda$  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. Мацук. 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.