

М. И. АРЖАНОВ, Ф. В. РОЖИН, О. С. ТОНАКАНОВ

## АМПЛИТУДНАЯ СТРУКТУРА БЛИЖНЕГО ЗВУКОВОГО ПОЛЯ ПРИ НАКЛОННОМ ПАДЕНИИ ПЛОСКОЙ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ НА КРУГЛЫЙ ЦИЛИНДР

В [1] была рассмотрена задача о ближнем поле звукового давления и колебательной скорости при рассеянии плоской волны на бесконечно длинном круглом цилиндре радиуса  $r_0$  с акустически мягкой и жесткой границами. В этой работе теоретически была получена амплитудная картина суммарного акустического поля на фиксированном расстоянии  $r=1, 2r_0$  от оси цилиндра в зависимости от угла падения  $\theta$  плоской волны (при  $\varphi=0$ ) и в зависимости от азимутального угла  $\varphi$  (при  $\theta=0$ ).

В [2] была уточнена зависимость величин давления и колебательной скорости от азимутального угла  $\varphi$  (при  $\theta=0$ ) в области  $r_0 < r < r_0 + \lambda/4$ , а также были приведены указанные зависимости при большем удалении от оси цилиндра в области  $r_0 + \lambda/4 < r < r_0 + 8\lambda$ . Кроме того, была выявлена радиальная структура ближнего звукового поля вплоть до расстояния  $r=r_0+8\lambda$  для различных значений азимутального угла  $\varphi$  в случае падения плоской волны на круглый, акустически мягкий цилиндр.

Рассмотрим случай наклонного падения плоской звуковой волны на бесконечно длинный цилиндр с акустически мягкой границей. Цилиндрическая система координат  $(r, \varphi, z)$  выбирается как в [1], причем ось  $oz$  совпадает с осью цилиндра. Расчет амплитудной структуры ближнего поля проводился на ЭВМ для значений волнового размера цилиндра  $0,25 \leq kr_0 \leq 8$  при величине угла падения  $5^\circ \leq \theta \leq 85^\circ$  и азимутального угла  $5^\circ \leq \varphi \leq 165^\circ$ . Относительная ошибка расчетов не превышала 1%, согласно оценке, приведенной в [2].

Распределение амплитуд давления  $p$ , радиальной  $v_r$  и осевой  $v_z$  компонент колебательной скорости, в зависимости от расстояния  $r$  вдоль прямой, лежащей в направлении азимутального угла  $\varphi=5^\circ$  и нормальной к поверхности цилиндра, показано на рис. 1 ( $kr_0=1$ ) и рис. 2 ( $kr_0=8$ ), где сплошная линия соответствует углу падения  $\theta=25^\circ$ , а штриховая —  $\theta=65^\circ$ . Из расчетов следует, что при наклонном падении, по сравнению с нормальным, увеличивается расстояние от поверхности цилиндра, на котором достигается первый максимум давления (минимум радиальной составляющей скорости). Последнее приводит к тому, что «гладкий», однолепестковый характер зависимости амплитуд давления и радиальной составляющей скорости от азимутального угла  $\varphi$  сохраняется на больших расстояниях от поверхности цилиндра, по сравнению со случаем нормального падения.

Азимутальная зависимость радиального распределения давления и компонентов скорости при наклонном падении аналогична случаю нормального падения [2], но число дифракционных максимумов (минимумов) на длине волны  $\lambda$  быстро убывает при увеличении углов  $\varphi$  и  $\theta$ . При наклонном падении плоской волны на круглый цилиндр зона, где рассеянная волна мала по сравнению с падающей, как и в случае нормального падения, лежит за цилиндром на расстоянии меньшем, чем

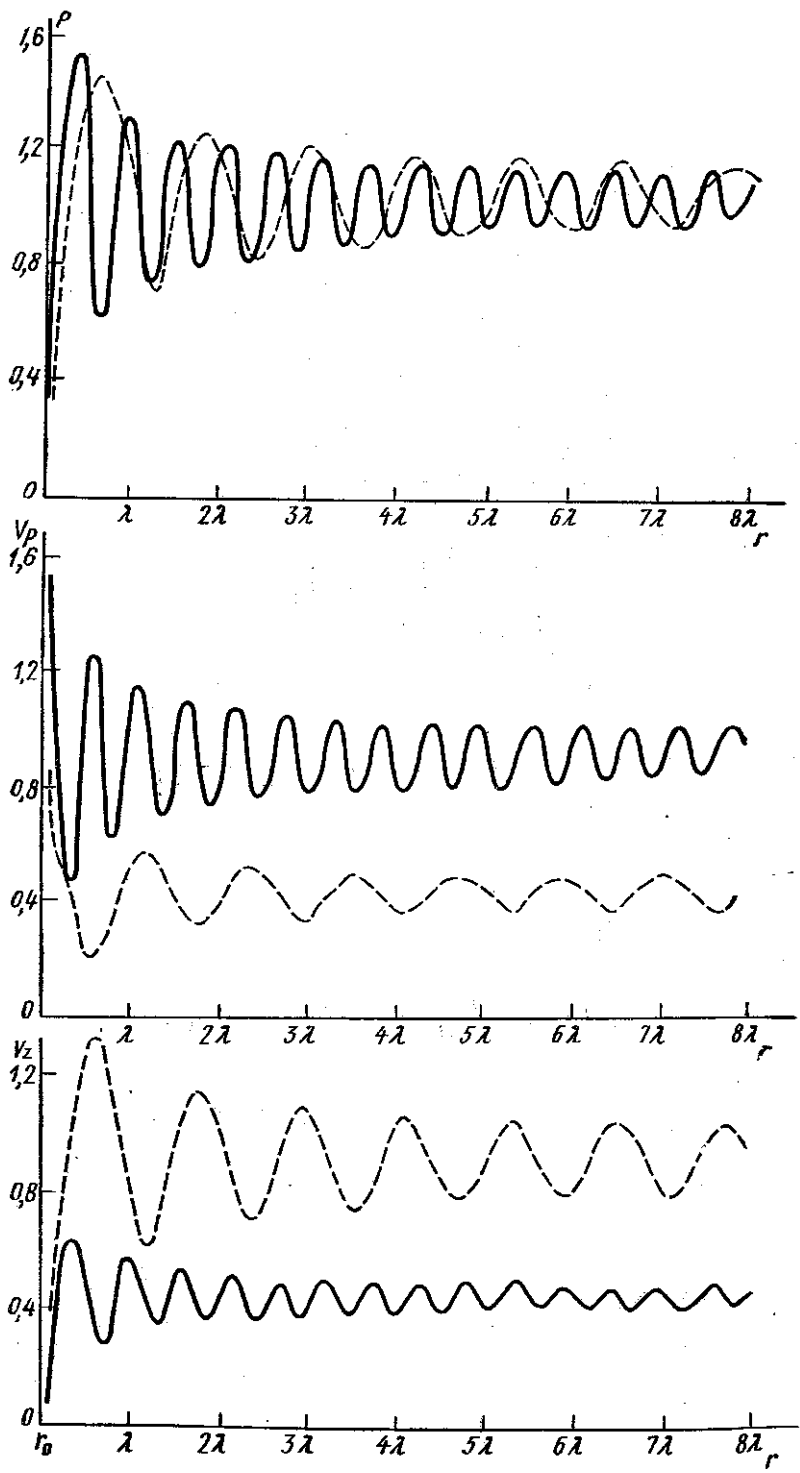


Рис. 1

$r_0 + 8\lambda$  даже при  $kr_0 = 8$ , а перед цилиндром на расстоянии, большем, чем  $r_0 + 8\lambda$  даже при  $kr_0 = 0,25$  (исключая, конечно же, случай «скользящего» падения  $\theta \rightarrow 90^\circ$ ).

Зависимости амплитуд давления и компонентов колебательной скорости от угла падения  $\theta$  плоской волны при фиксированных рас-

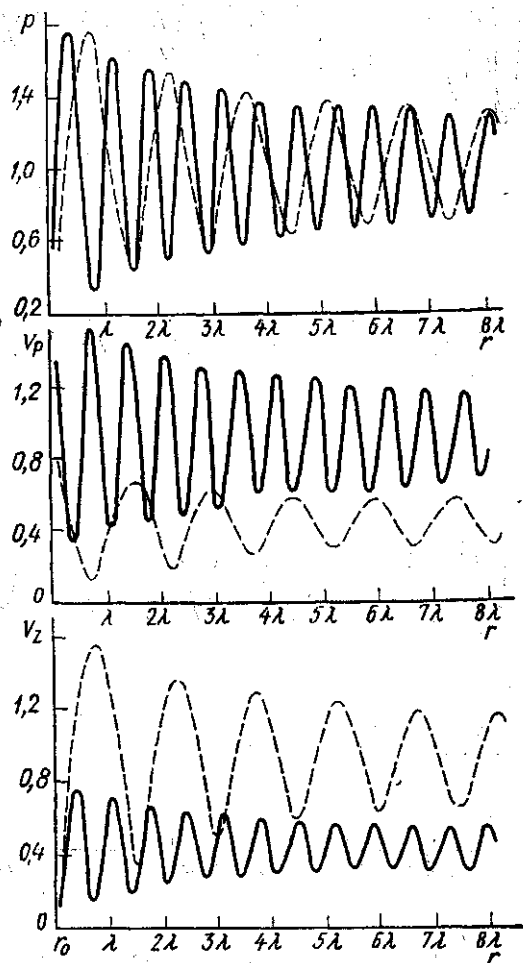


Рис. 2

стояниях  $r$  от цилиндра вдоль прямых, нормальных к поверхности цилиндра и лежащих в направлении углов  $\varphi = 5, 85, 165^\circ$ , соответственно показаны на рис. 3 при  $kr_0 = 1$  (сплошная линия — при  $r = r_0 + \lambda/8$ , штриховая — при  $r = r_0 + \lambda$ ). Анализ результатов расчетов показывает, что перед цилиндром на расстояниях  $r_0 < r < r_0 + \lambda/4$  в зависимости от угла падения волны амплитуды давления  $p$  и радиального компонента колебательной скорости  $v_r$  носят однолепестковый характер, а осевого компонента скорости  $v_z$  — двухлепестковый характер. Кривые имеют гладкий вид. При увеличении расстояния  $r$  до точки наблюдения появ-

ляется многолепестковость, которая сохраняется до тех пор, пока рассеянная волна сравнима по амплитуде с падающей. При  $r=r_0+8\lambda$  для  $kr_0 \leq 1$  амплитуда давления рассеянной волны составляет 10% от амплитуды падающей; при  $kr_0 > 1$  это соотношение будет справедливо при больших значениях  $r > r_0+8\lambda$ .

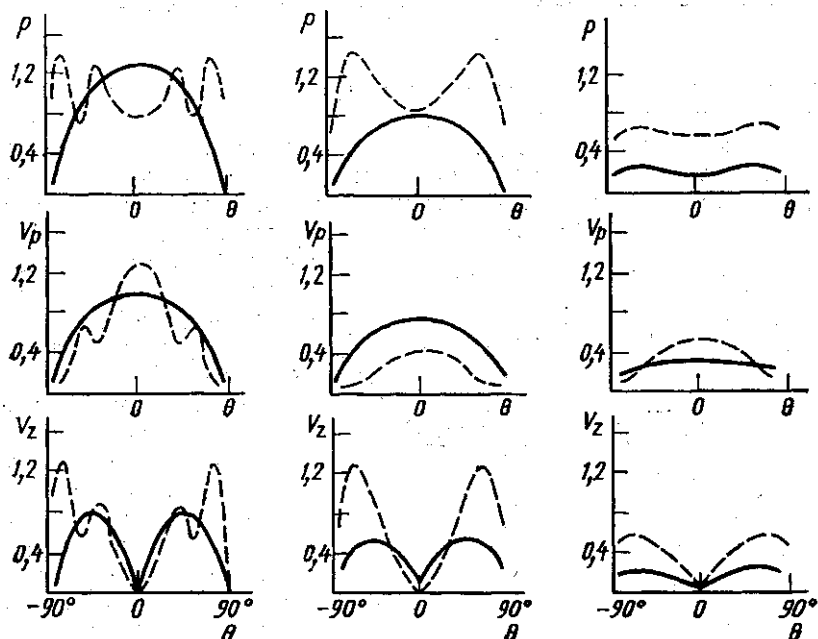


Рис. 3

За цилиндром на расстояниях  $r_0 < r < r_0 + \lambda/4$  амплитуды давления и компонентов скорости рассеянной волны малы по сравнению с соответствующими величинами падающей волны, а на расстоянии  $r \approx r_0 + 8\lambda$  распределение амплитуд давления и скорости соответствует падающей плоской волне даже при  $kr_0 = 8$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Картавенко А. И., Киршов В. А., Тонаканов О. С. «Вестн. Моск. ун-та. Физ., астроном.», 1971, 12, № 4, 376—382.
2. Аржанов М. И., Рожин Ф. В., Тонаканов О. С. «Вестн. Моск. ун-та. Физ., астроном.», 1977, 18, № 1, 102—105.

Кафедра  
акустики

Поступила в редакцию  
03.03.78