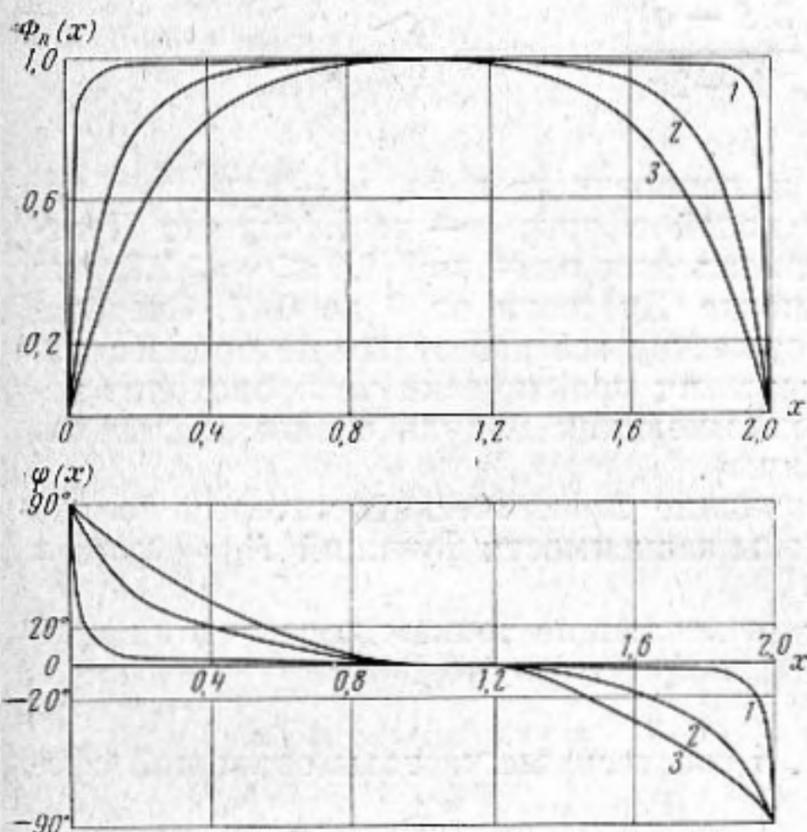
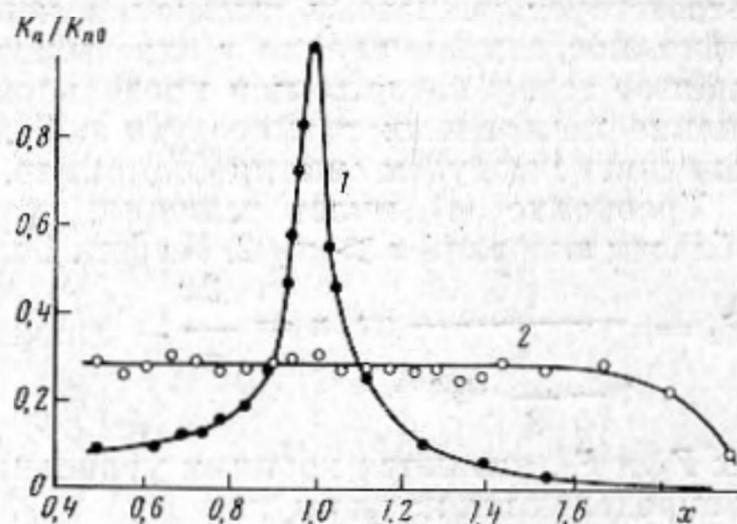


Экспериментально полученные амплитудно-частотные характеристики механически недемпфированного пьезокерамического (ЦТС-19) приемника приведены на фиг. 2. При экспериментах в качестве пьезоэлектрического приемника использовалась пьезокерамическая пластинка диаметром 30 мм и антирезонансной частотой 0,7 Мгц. Вспомогательным излучателем служила пьезокерамическая пластинка диаметром 40 мм с известной частотной характеристикой излучения. Измерения проводились в наполненном водой бассейне размером 0,6 × 0,6 × 0,8 м. Чтобы избежать интерференционных искажений, пьезоизлучатель питался радиоимпульсами. На фиг. 2 кривая 1 изображает амплитудно-частотную характеристику пьезоэлектрического приемника, работающего в электрически холостом ходу, 2 — со скомпенсированной

емкостью C_0 при помощи перестраиваемой индуктивности. Эти характеристики нормированы относительно величины K_{n0} , являющейся коэффициентом передачи пьезоприемника на антирезонансной частоте при его работе в электрически холостом ходу. Характеристика 2 хорошо подтверждает теоретические выводы.



Фиг. 1



Фиг. 2

емкостью C_0 при помощи перестраиваемой индуктивности. Эти характеристики нормированы относительно величины K_{n0} , являющейся коэффициентом передачи пьезоприемника на антирезонансной частоте при его работе в электрически холостом ходу. Характеристика 2 хорошо подтверждает теоретические выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Домаркас, Р.-И. Ю. Кажис. Функции передачи пьезопреобразователей в виде пластинок с учетом механических и электрических нагрузок. Науч. тр. вузов ЛитССР, сер. Ультразвук, 1971, 3, 69—80.
2. Р.-И. Ю. Кажис, В. И. Домаркас. Пьезоэлектрический приемник акустических колебаний. Авт. свид. СССР, № 276551, Бюлл. изобр. отк. и тов. зн., 1970, 23 (поправка 1971, 22).

Каунасский политехнический институт

Поступило в редакцию
14 августа 1970 г.

УДК 534.131

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ РАДИАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СПЛОШНОЙ И ПОЛОЙ СФЕРЫ

Д. Ф. Кравченко, Д. А. Турсунов

При конструировании сферических концентраторов звука, керамических приемников давления, а также при дефектоскопии сферических тел резонансным методом возникает потребность в определении их собственных (резонансных) частот. Ниже приводятся результаты вычислений собственных частот радиальных колебаний сплошной и полый сфер, которые могут быть использованы при инженерных расчетах.

Уравнения частот радиальных колебаний для сплошной сферы имеют вид [1]

$$\frac{\operatorname{tg} x}{x} = \frac{1}{1 - \frac{1}{4} \gamma^2 x^2} \quad (1)$$

и для полой сферы

$$\frac{vx_1 + (x_1^2 - v) \operatorname{tg} x_1}{(x_1^2 - v) - vx_1 \operatorname{tg} x_1} = \frac{vx_2 + (x_2^2 - v) \operatorname{tg} x_2}{(x_2^2 - v) - vx_2 \operatorname{tg} x_2} \quad (2)$$

где

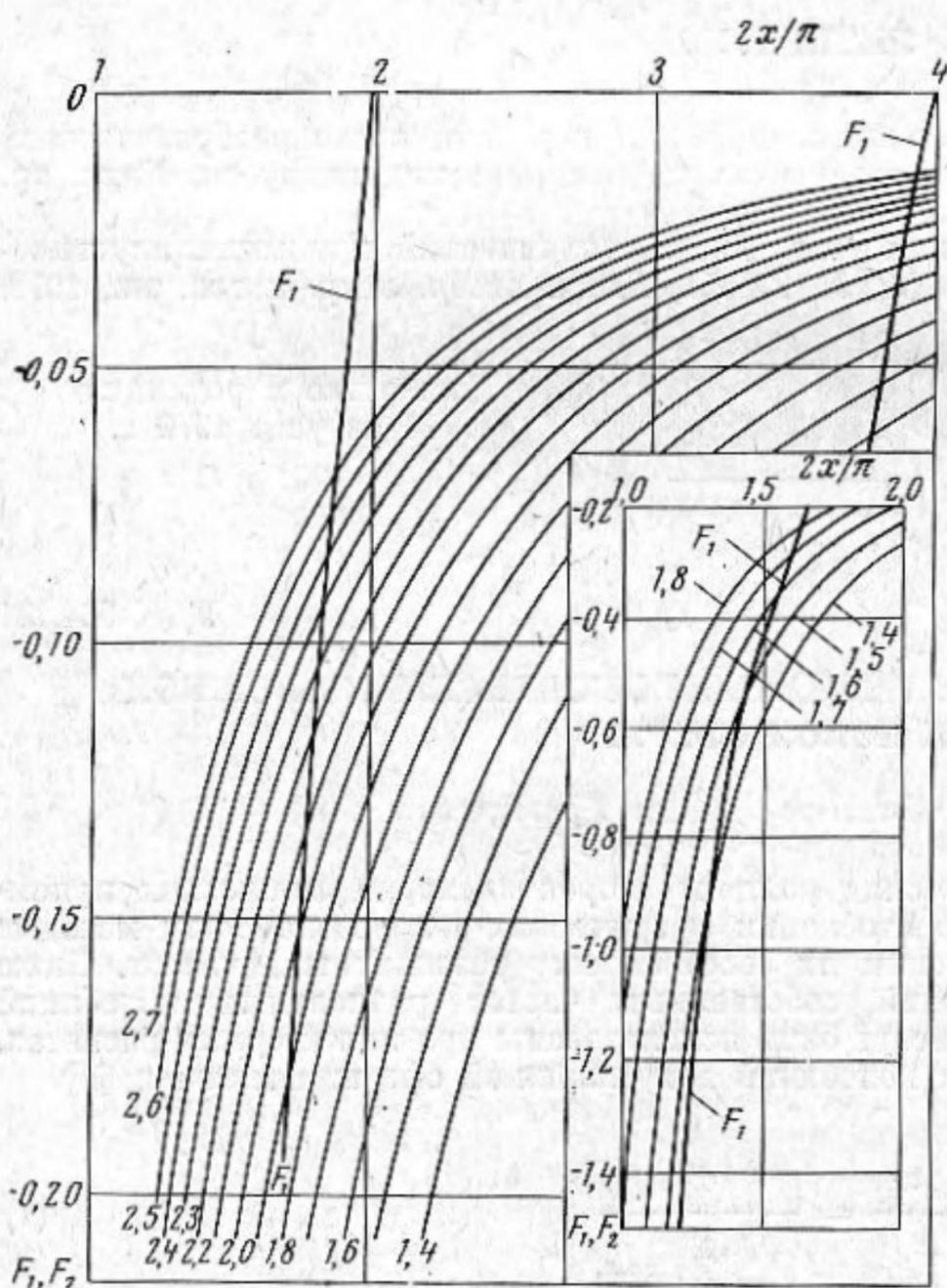
$$x_{1,2} = \frac{\omega}{v_l} \cdot r_{1,2}, \quad \gamma = \frac{v_t}{v_l} = \sqrt{\frac{2(1-\sigma)}{1-2\sigma}}, \quad \nu = \left(\frac{2}{\gamma}\right)^2$$

v_l, v_t — скорости соответственно продольных и поперечных волн, ω — круговая частота, $r_{1,2}$ — внутренний и внешний радиусы полой сферы, σ — коэффициент Пуассона. Решение уравнений (1) и (2) производилось для значений $1,4 \leq \gamma \leq 2,7$, что соответствует диапазону изменения коэффициента Пуассона от 0 до 0,42. Следовательно, пределы изменения γ охватывают по существу все известные материалы, начиная от тел, у которых при продольном растяжении практически не происходит изменение поперечных размеров ($\sigma \approx 0$), до тел, имеющих модуль сдвига, малый по сравнению с модулем сжатия (например, у резины).

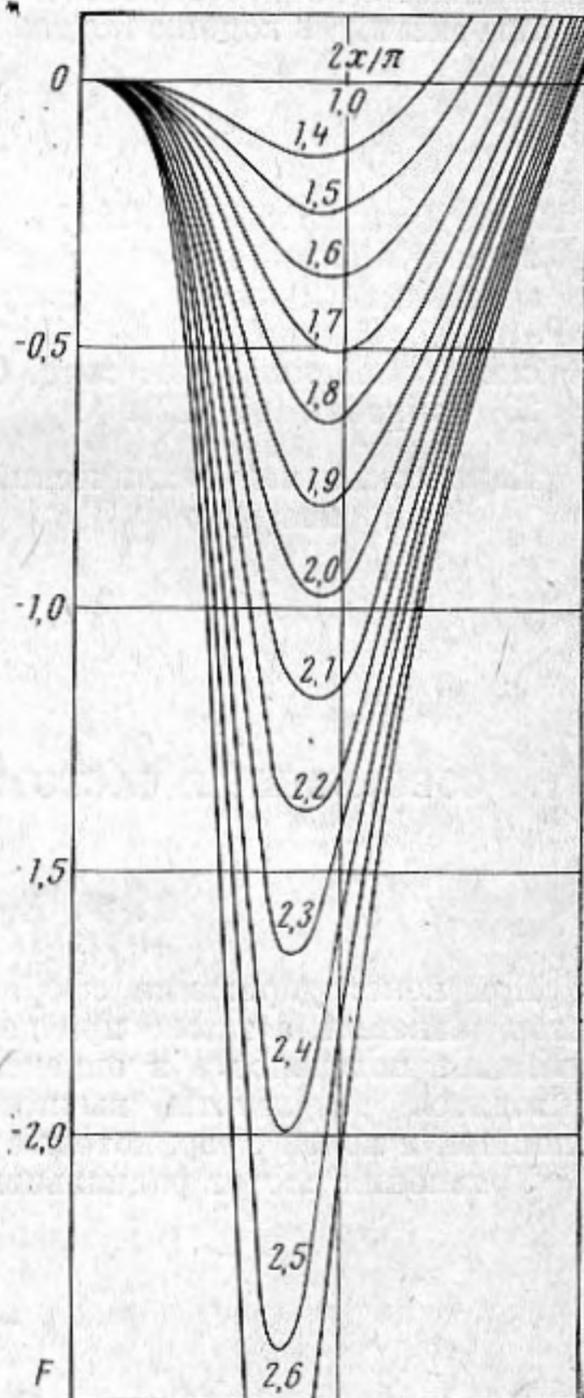
Уравнение (1) имеет решения, представляющие практический интерес, только в области значений $x > \pi/2$. На фиг. 1 приведены зависимости функций $F_1 = \operatorname{tg} x/x$

и $F_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{4}\gamma^2 x^2}$ от $n = \frac{2x}{\pi}$. Значения x_i , отвечающие точкам пересечения кривых F_1 и F_2 , являются корнями уравнения (1), и собственные частоты сплошной сферы определяются по формуле

$$f_i = \frac{x_i}{2\pi r} \cdot v_l \quad (3)$$



Фиг. 1



Фиг. 2

Для решения уравнения (2) построим (фиг. 2) график выражения

$$F = \frac{vx + (x^2 - v) \operatorname{tg} x}{(x^2 - v) - vx \operatorname{tg} x}, \quad (4)$$

которое обращается в нуль при значениях x , определяемых из уравнения

$$(x^2 - v) \operatorname{tg} x + vx = 0. \quad (5)$$

На фиг. 2 представлена область изменения функции F , достаточная для определения первой собственной частоты полой сферы. Зная отношение радиусов r_1/r_2 на графике можно найти две точки с равными ординатами, абсциссы которых относятся как $r_1:r_2$. В этом случае, если радиусы известны, собственную частоту находят по формуле (3). Когда отношение радиусов близко к единице (сферическая оболочка), то x_1 и x_2 , соответствующие одинаковым ординатам, располагаются почти симметрично относительно максимума функции F , и собственная частота определяется из формулы

$$f = \frac{v_1}{\pi r} \sqrt{\frac{1 + \sigma}{1 - \sigma}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ляв. Математическая теория упругости. М.—Л., ОНТИ, 1935.

Донецкий н.-и. институт
черной металлургии

Поступило в редакцию
16 ноября 1970 г.

УДК 534.29

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ДИФФУЗИЮ В СИСТЕМЕ ЖЕЛЕЗО — ЦИНК

А. В. Кулёмин

Известно [1], что в процессе непрерывной знакопостоянной пластической деформации происходит ускорение самодиффузии в α -Fe, увеличивающееся линейно со скоростью деформирования. Ускорение самодиффузии под действием знакопеременных деформаций не было обнаружено [2, 3], что, по-видимому, вызвано малостью ультразвуковых деформаций ϵ_m .

При исследовании действия ультразвуковых деформаций при частоте 18,6 кГц на гетеродиффузию в системе Cu — Zn, при $\epsilon_m \geq 10^{-4}$ и температурах 300—400° обнаружено увеличение коэффициента диффузии для γ и ϵ — фаз, образующихся при взаимной диффузии Cu — Zn, в 2 и 5 раз соответственно [4].

В данной работе с помощью методики, описанной в работе [4], исследовалось влияние ультразвуковых деформаций с амплитудой $\epsilon_m \geq 10^{-4}$ на диффузионный рост фаз в системе Fe — Zn при температуре 400°. Материалами служили поликристаллические железо (99,9%) и цинк (99,99%). При взаимной диффузии железа и цинка между ними образуются два слоя, отвечающих по диаграмме состояния Fe — Zn двум интерметаллическим соединениям: FeZn₃ или Fe₃Zn₁₀, Γ -фаза и FeZn₇ — δ_1 -фаза [5]. Определяя толщину фаз, образующихся между Fe и Zn в образцах, подвергнутых нагреву (контрольные образцы), и озвучиваемых образцах, можно установить разницу в коэффициентах диффузии в том и другом случае.

На фиг. 1, а представлена одна из фотографий фаз, выросших после предварительного отжига контрольных и предназначенных для озвучивания образцов при температуре 400° в течение 2,5 час. Предварительный отжиг был необходим для контроля за контактом между железом и цинком при диффузии. Признаком хорошего контакта являлась одинаковая толщина первоначального интерметаллидного слоя во всех образцах.

После предварительного отжига часть образцов озвучивалась при фиксированной амплитуде ϵ_m , которая определялась с помощью специального датчика [6], и температуре 400° в течение 1 час. Контрольные образцы нагревались в печи точно по тому тепловому режиму, который был принят для озвучиваемых образцов [4]. Фотография фаз, выросших после озвучивания при $\epsilon_m = 1,6 \cdot 10^{-4}$, приведена на фиг. 1, б. Фотография фаз, образующихся в контрольных образцах при нагреве при 400° в течение 1 час, приведена на фиг. 1, в.