

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ ПО ТОЛЩИНЕ

Ю. Е. Невский

Известно, что амплитудно-частотная характеристика двойного преобразования ультразвуковых полупроводниковых преобразователей при заданном импеданце звукопровода зависит от закона распределения проводимости по толщине преобразователя [1]. Для преобразователей с экспоненциальным законом распределения проводимости $\sigma = \sigma_0 e^{\alpha x}$, нагруженных на звукопровод с акустическим импедансом, равным акустическому импедансу материала преобразователя, в работе [1] получено выражение:

$$A(\omega) = \frac{1}{2} \frac{ed}{\epsilon T} \times$$

$$\times \left| \frac{1}{\operatorname{arc} \operatorname{ctg} \kappa - i \frac{1}{2} \ln(1 - \kappa^{-2})} \right| \times$$

$$\times \left| \frac{1}{\kappa + i} - \right.$$

$$\left. - d\kappa \int_0^{\infty} \frac{\exp\left(\alpha x - i\omega \frac{x}{c}\right) dx}{(\kappa \cdot e^{\alpha x} + i)^2} \right| \times$$

$$\times \left| \int_0^{\infty} \frac{a \exp\left(-i\omega \frac{x}{c}\right)}{i\kappa e^{\alpha x} + 1} dx \right|, \quad (1)$$

где $\kappa = \sigma_0 / \omega \epsilon^S$, e и d — пьезоэлектрические константы. Выражение (1) записано для случая, когда сопротивление электрической нагрузки на преобразователе в режиме приема $R_n = \infty$.

Ниже приводятся результаты расчета амплитудно-частотных характеристик по формуле (1) при помощи ЭВМ для некоторых частных случаев. При расчете принято, что материалом преобразователя является сульфид кадмия, преобразователь генерирует волны сдвига, а параметры σ_0 и α принимают следующие значения:

$$\alpha_1 = 10 \cdot 10^4, \text{ м}^{-1}, \sigma_{01} = 10^{-1},$$

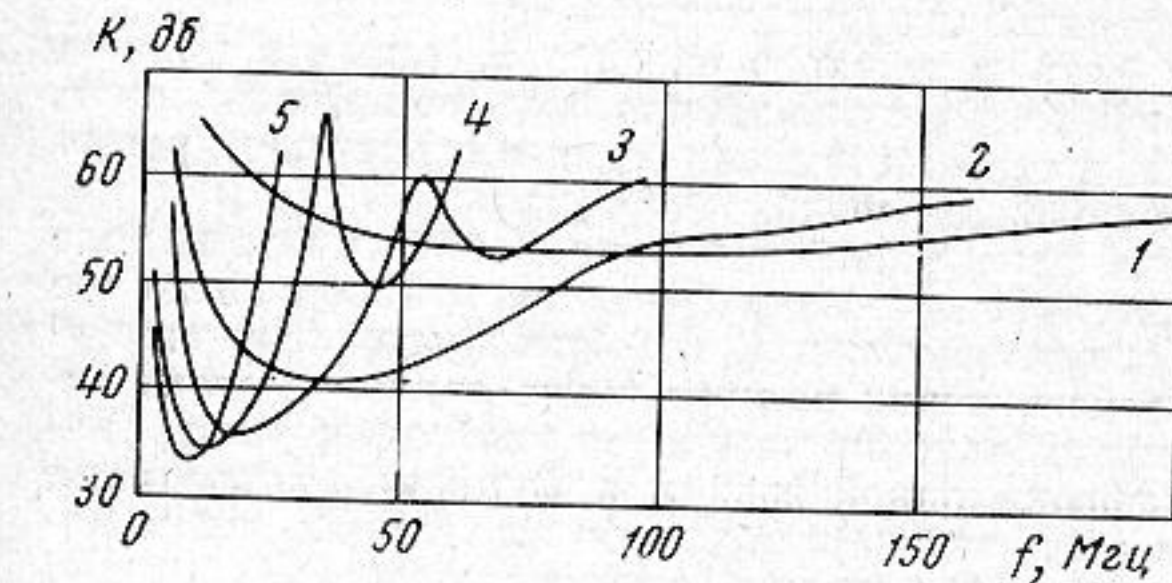
$$\text{ом}^{-1}\text{м}^{-1}, \sigma_{04} = 10^4, \text{ ом}^{-1}\text{м}^{-1},$$

$$\alpha_2 = 5 \cdot 10^4, \text{ м}^{-1}, \sigma_{02} = 10^{-2},$$

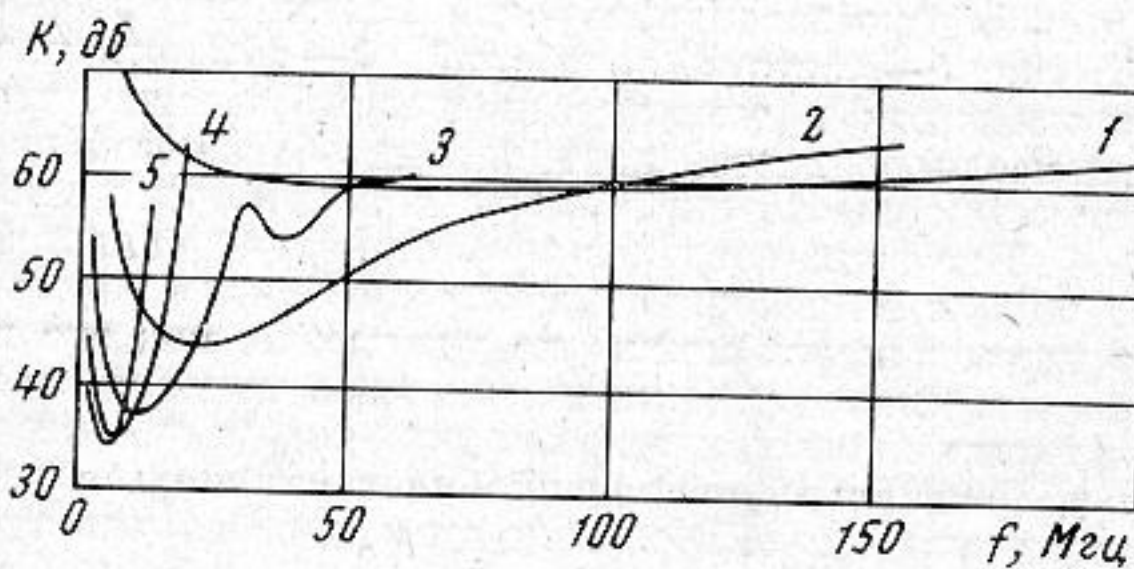
$$\text{ом}^{-1}\text{м}^{-1}, \sigma_{05} = 10^{-5}, \text{ ом}^{-1}\text{м}^{-1},$$

$$\alpha_3 = 2 \cdot 10^4, \text{ ом}^{-1}, \sigma_{03} = 10^{-3},$$

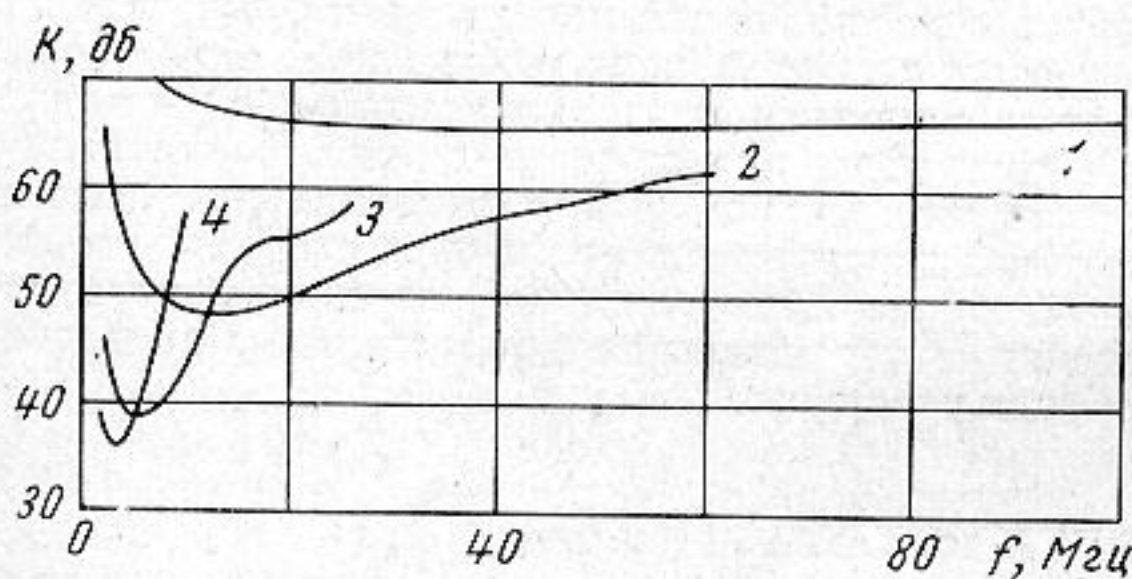
$$\text{ом}^{-1}\text{м}^{-1},$$



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Результаты расчета представлены на фиг. 1—3, где по вертикальной оси отложены потери двойного преобразования, определяемые как

$$K(\omega) = -20 \operatorname{Ig} A(\omega). \quad (2)$$

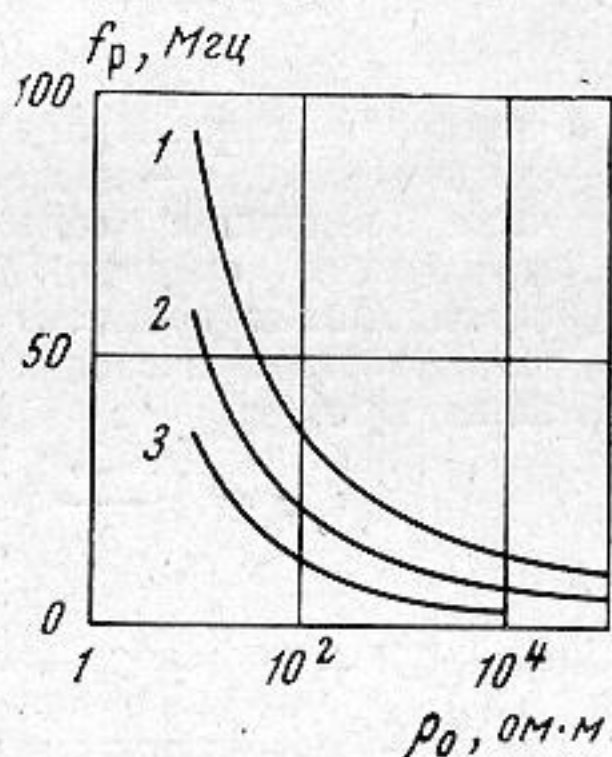
Кривые, изображенные на фиг. 1, рассчитаны для α_1 , на фиг. 2 — для α_2 , на фиг. 3 — для α_3 . На всех фигурах кривые 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют σ_{01} , σ_{02} , σ_{03} , σ_{04} и σ_{05} .

Из анализа полученных кривых следует, что в исследованном диапазоне изменения α и σ_0 с увеличением σ_0 при заданном α резонансная частота f_p и потери преобразования увеличиваются. При заданном σ_0 с увеличением α резонансная частота увеличивается, а потери уменьшаются. Полоса пропускания устройства с двойным преобразованием по уровню 3 дБ составляет 100% от средней частоты f_{cp} , если

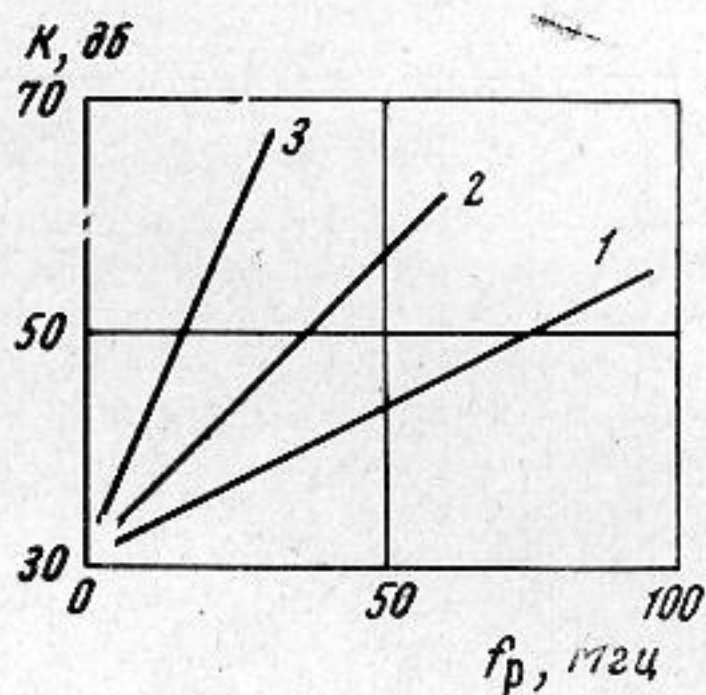
$\frac{\sigma_0}{2\pi f_p \epsilon} < 1$. При $\frac{\sigma_0}{2\pi f_p \epsilon} > 1$ полоса пропускания увеличивается. Резонансная частота преобразователей не совпадает со средней частотой, а именно $f_p < f_{\text{ср}}$. Полоса пропускания располагается относительно f_p таким образом, что при $\frac{\sigma_0}{2\pi f_p \epsilon} < 1$ раз-

ность $f_p - f_{\text{min}}$ составляет 40% полосы пропускания, $f_{\text{max}} - f_p - 60\%$. При $\frac{\sigma_0}{2\pi f_p \epsilon} > 1$ несимметрия полосы пропускания увеличивается.

На фиг. 4 представлены кривые зависимости f_p от $\rho_0 = \sigma_0^{-1}$ для трех значений α . Кривая 1 соответствует α_1 , кривая 2 — α_2 , кривая 3 — α_3 . На фиг. 5 представлены кривые зависимости минимальных потерь преобразования от f_p для трех значений α . Как и для фиг. 4, номер кривой соответствует индексу при α .



Фиг. 4



Фиг. 5

Фиг. 4 и 5 могут служить для приближенной оценки K и f_p по известным ρ_0 и α методом интерполяции в исследованном интервале ρ_0 и α .

Автор благодарен Н. К. Ключевой за составление программ для ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Е. Невский. Амплитудно-частотная характеристика ультразвуковых преобразователей типа обедненных слоев. Акуст. ж., 1969, 15, 1, 108—111.

Новосибирск

Поступило в редакцию
29 января 1969 г.

УДК 534.222

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН КОНЕЧНОЙ АМПЛИТУДЫ В ИДЕАЛЬНОМ ДИССОЦИИРУЮЩЕМ ГАЗЕ

О. В. Руденко, С. И. Солуян

Рассматриваемый в настоящей работе идеальный диссоциирующий газ представляет собой газ с симметричными молекулами, состоящими из двух нейтральных атомов, связанных гомополярными валентными силами. Процесс диссоциации молекул на два атома и обратный процесс рекомбинации происходят в результате соударения с третьей частицей. Степень диссоциации характеризуется параметром C — массовой концентрацией атомов в смеси атомов и молекул.

Полная система нелинейных уравнений, описывающих распространение волн конечной амплитуды в идеальном диссоциирующем газе, состоит из уравнения движения, уравнения неразрывности, уравнения сохранения атомарной компоненты и уравнения состояния [1]. В монографии Кларка и Макчесни [1] дана линейная