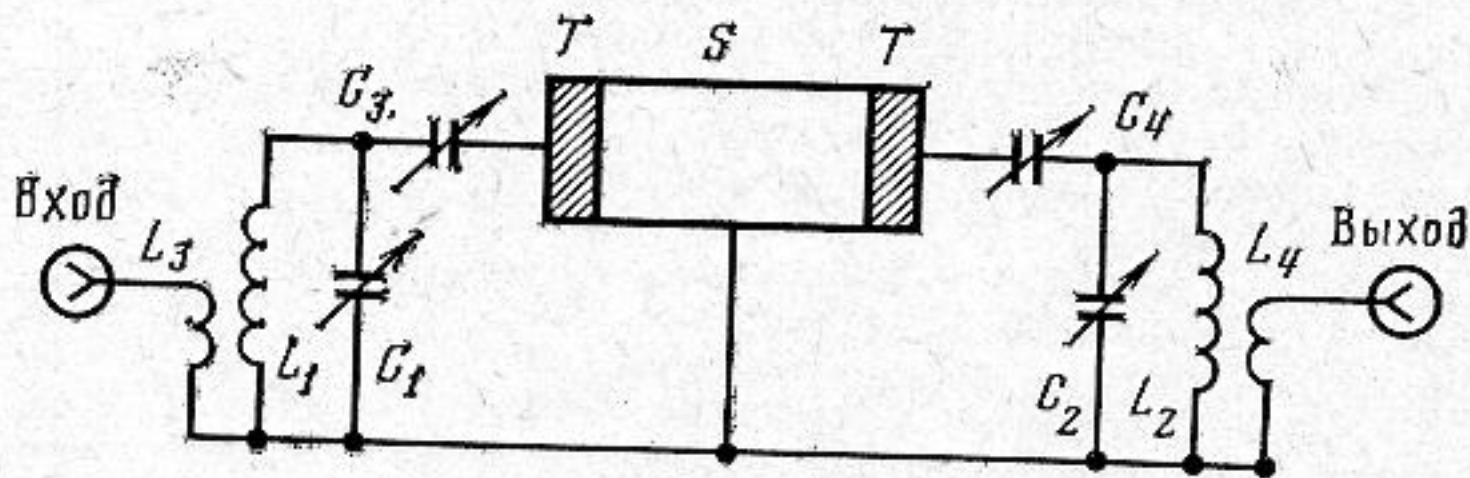


УЗКОПОЛОСНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ АКУСТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР

Голенищев-Кутузов В. А., Мигачев С. А.,
Тарасов В. Ф., Шамуков Н. А.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и исследованию акустических резонансных устройств, работающих на поверхностных волнах в мегагерцевом диапазоне [1]. Они имеют высокую добротность, малые габариты и вес, но работают лишь на фиксированных частотах. Полученный в настоящее время диапазон перестройки рабочей частоты $\Delta\nu^r$ не превышает 0,5% [2].

Нами разработан высокодобротный акустический фильтр с $\Delta\nu^r = \pm 10\%$ на объемных акустических волнах. Его основой является жидкий звукопровод S , огра-



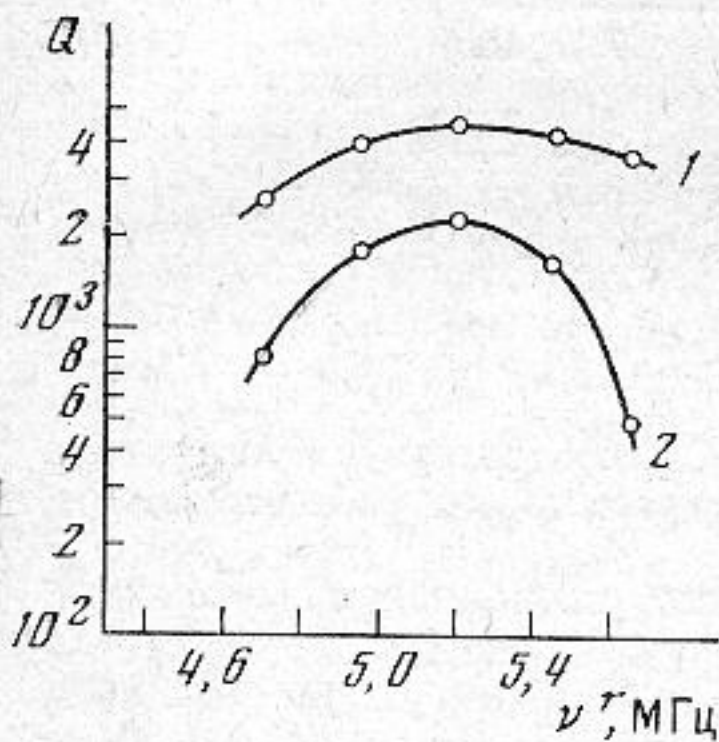
Фиг. 1. Схема акустического фильтра

ниченный с торцов параллельными пьезопреобразователями T (фиг. 1). Перестройка ν^r производится изменением длины звукопровода при механическом перемещении преобразователей.

В случае идентичности обоих преобразователей и хорошего акустического согласования между преобразователями и звукопроводом спектр размерных резонансов составного акустического резонатора определяется выражением [3]

$$\nu_m^r = \nu_m^s (1 + 2\eta\nu^t/\nu_m^s) / (1 + 2\eta),$$

где индексы r, s, t — относятся к составному акустическому резонатору, звукопроводу и ненагруженному пьезопреобразователю соответственно, $\eta = \rho_t l_t / \rho_s l_s$, ρ — плотность, l — длина. Обычно $l_t = \lambda_t/2$, $l_s = m\lambda_s/2$, где m — число полуволн $\lambda/2$, укладываемых по длине звукопровода. При $\Delta\nu^r \leq 10\%$ и $m > 10$ спектр размерных резонансов с точностью до 1% определяется спектром собственных частот звукопровода, поскольку $\nu_m^r \approx \nu_m^s$, где $\nu_m^s = m\pi v_s / l_s$, v_s — скорость звука. Он представляет собой дискретный набор резонансных пиков, разделенных частотным интервалом $\Delta\nu_m^s = \nu_{m+1}^s - \nu_m^s = \pi v_s / l_s$. Выделение заданного размерного резонанса производится перестройкой контуров $L_1 C_1$ и $L_2 C_2$. Таким образом, для обеспечения плавной перестройки ν^r в больших пределах достаточно обеспечить перестройку в диапазоне $\Delta\nu_m$. При $l_s = 3$ мм $\Delta\nu_m = 219$ кГц, а необходимое изменение l_s составляет



Фиг. 2. Зависимость добротности фильтра от частоты

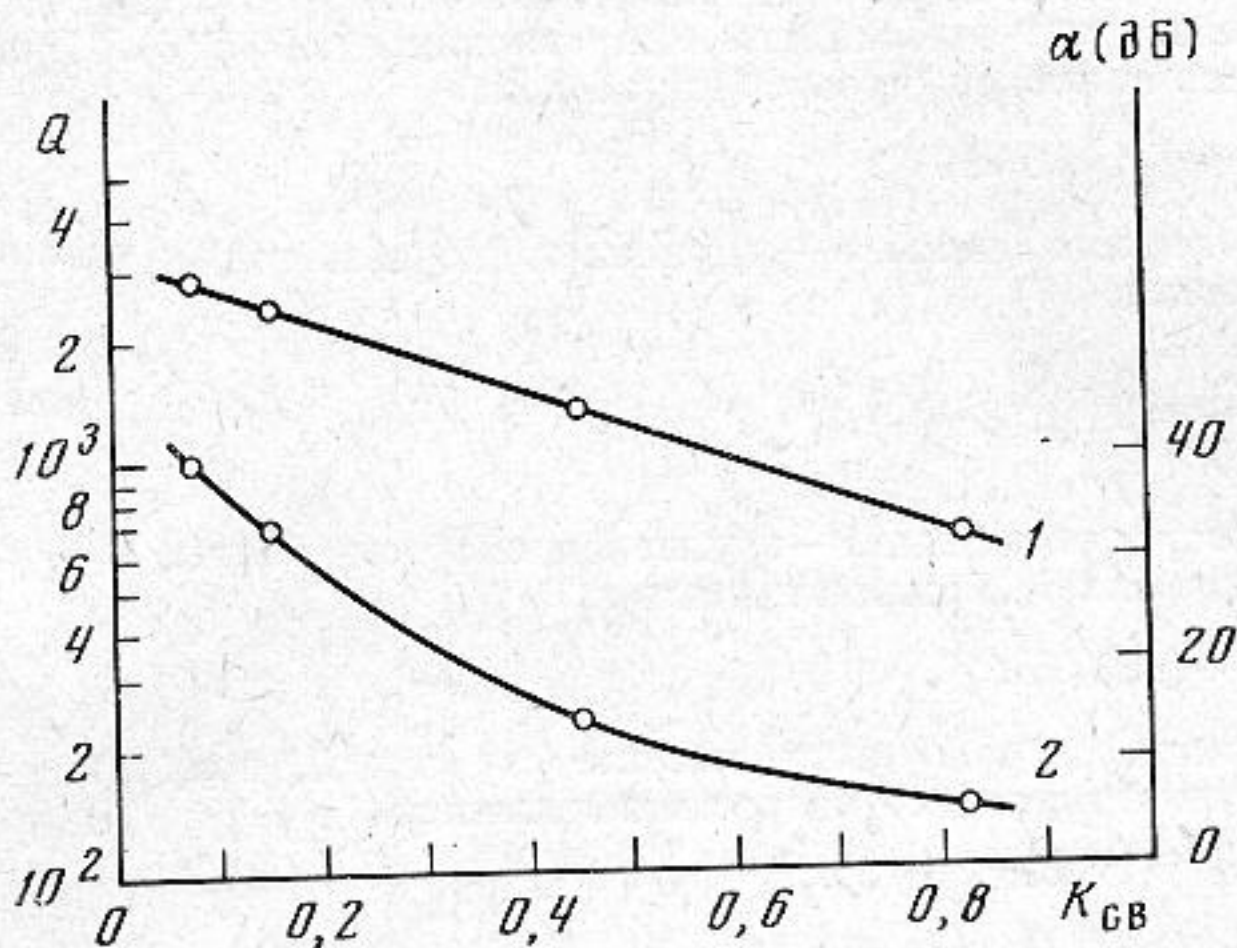
0,13 мм. Полный диапазон перестройки определяется эффективностью работы пьезопреобразователей на частотах $\nu^r \neq \nu^t$. При использовании кварцев и ртутного звукопровода $\Delta\nu^r = \pm 10\%$ от ν^t . На фиг. 2 показана зависимость добротности фильтра Q от рабочей частоты ν^r . Кривая 1 соответствует $m = 24 \div 26$, $\nu^t = 5100$ кГц. На этой частоте наблюдается максимальное значение $Q = 5 \cdot 10^3$. Кривая 2 соответствует $m = 4 \div 5$. Сильная зависимость Q от ν^r в этом случае объясняется увеличением коэффициента η . Поэтому потери в неперестраиваемых пьезопреобразователях, увеличивающиеся при расстройке ν^r относительно ν^t , более сильно влияют на добротность резонатора.

В высокодобротных акустических резонаторах большое влияние на Q имеют дополнительные потери энергии во внешних согласующих элементах, уровень которых определяется коэффициентом связи $K_{св}$ между акустической и электрической системами. При малом $K_{св}$ эти потери малы и Q максимальна, однако велико и затухание α , вносимое фильтром. При увеличении $K_{св}$ добротность и затухание умень-

шаются, как показано на фиг. 3. Здесь $\nu^r = 4738$ кГц, $m = 24$. Регулировка $K_{св}$ производится изменением величин C_3 и C_4 на фиг. 1.

Данное обстоятельство делает возможным простое и эффективное управление шириной полосы пропускания фильтра путем изменения $K_{св}$ между акустической и электрической системами фильтра.

Таким образом, использование размерного резонанса объемных акустических волн в составных акустических резонаторах с жидким звукопроводом позволяет



Фиг. 3. Зависимость добротности (кривая 1) и затухания (кривая 2) фильтра от коэффициента связи

создавать перестраиваемые в сравнительно большом диапазоне высокочастотные акустические фильтры с регулируемой шириной полосы пропускания, работающие в мегагерцевом диапазоне частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холланд М. Г., Клейборн Л. Г. Устройства на поверхностных акустических волнах. — ТИИЭР, 1974, т. 62, № 5, с. 45–83.
2. Кросс П. С., Хейди У. Н., Смит Р. С. Устройство и применение двухвходовых ПАВ — резонаторов на ниобате лития YZ-среза. — ТИИЭР, 1976, т. 64, с. 133–136.
3. Bolef D. I., Leisure R. G. High-frequency continuous wave ultrasonics in Physical Acoustics, v. 8, New York — London, 1971, p. 95–201.

Казанский физико-технический институт Казанского филиала АН СССР

Поступила в редакцию 23.VI.1980

УДК 534.26:51

ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ АППРОКСИМАЦИЯ АНИЗОТРОПИИ ЗВУКОПРОВОДОВ

Демидов В. П., Якименко В. А.

В настоящее время расчет дифракционных эффектов в анизотропных звукопроводах обычно проводят на ЭВМ [1], поскольку известная параболическая аппроксимация анизотропии [2–4] позволяет получить только качественное представление об особенностях дифракции в анизотропной среде. Параболическая аппроксимация основана на том, что вблизи осей симметрии, порядок которых выше двух, кривую обратной фазовой скорости можно представить в виде $v^{-1}(\theta) = v_0^{-1} [1 + b(\theta - \theta_0)^2 / 2]$, где θ_0 — направление «чистой моды», а θ — направление распространения упругой волны. В рамках данного приближения было показано, что дифракционное поле можно представить в виде фурье-преобразования или ханкель-преобразования функции источника [4].