

КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ

УДК 681.883.67.001.24

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА НА ПЬЕЗОПРИЕМНИКЕ**

© 2001 г. С. И. Коновалов, А. Г. Кузьменко

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

197376 Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

E-mail: root@post.etu.spb.ru

Поступила в редакцию 25.07.2000 г.

Проблема работы преобразователей в импульсных режимах является актуальной и в настоящее время. Так, например, в [1] рассматривается вопрос об излучении однополярного импульса акустического давления путем выбора формы импульса электрического напряжения, возбуждающего преобразователь, с учетом элементов электрического согласования с генератором.

В предыдущих работах авторов [2, 3] рассматривалась возможность получения коротких импульсов при излучении и приеме с помощью согласующих четвертьволновых слоев. При этом было показано, что наименьшая длительность импульса получается не при максимальной полосе пропускания и соответствует амплитудно-частотной характеристике, являющейся граничной между одногорбой и двугорбой кривой.

В данной работе рассматривается возможность уменьшения длительности импульса в режиме приема пьезопластины, работающей на основной моде толщинных колебаний, при параллельном подключении к пьезопластине электрической индуктивно-резисторной нагрузки. Активное сопротивление R соединено последовательно с индуктивностью L . Величина сопротивления характеризуется параметром $Q = \omega_0 L/R$, где ω_0 – антирезонансная частота пьезопластины. Электрическая емкость C пьезопластины вместе с индуктивностью L нагрузки образует электрический колебательный контур, резонансная частота которого характеризуется параметром $n = \omega_{эл}/\omega_0$, где $\omega_{эл} = 1/\sqrt{LC}$.

При выборе различных значений параметров n и Q можно получить форму АЧХ приемника в виде одногорбой или двугорбой кривой. Акустической нагрузкой пьезопластины является вода.

Для демпфера принята модель полубезграничной среды.

Численные расчеты формы импульса электрического напряжения на приемнике при возбуждении его полупериодом синусоиды колебательной скорости на частоте ω_0 показали, что наиболее короткая длительность импульса обеспечивается в том случае, когда АЧХ является пограничной между одногорбой и двугорбой кривой. Оптимальные значения n и Q для пьезокерамики ЦТСНВ-1 в зависимости от удельного акустического сопротивления демпфера z_d приведены в таблице 1.

Относительная полоса пропускания для приведенных в таблице вариантов лежит в пределах (50–65)%.

На рис. 1 приведены импульсы электрических напряжений на приемной пьезопластине при отсутствии механического демпфирования ($z_d = 0$) для двух случаев:

а) амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) является двугорбой, соответствующей максимальной полосе пропускания ($n = 1.1$; $Q = 3.8$);

б) АЧХ является граничной между одногорбой и двугорбой ($n = 1.1$; $Q = 1.5$).

По оси абсцисс отложено T – число полупериодов собственной частоты пьезопластины. По оси ординат отложены нормированные к максимальным значениям электрические напряжения. За длительность импульса, как и ранее, принято время до уменьшения амплитуды в 10 раз по отношению к максимальному значению (снижение уровня на 20 дБ).

Из приведенных графиков видно, что в случае а) длительность импульса $T_n \approx 10$; в случае б) $T_n \approx 5$, т.е. примерно в 2 раза меньше. Кроме того, форма

Таблица 1

$z_d \times 10^{-6}$ Па с/м	0	1.5	3	5	8	12
n	1.10	1.11	1.12	1.13	1.15	1.23
Q	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

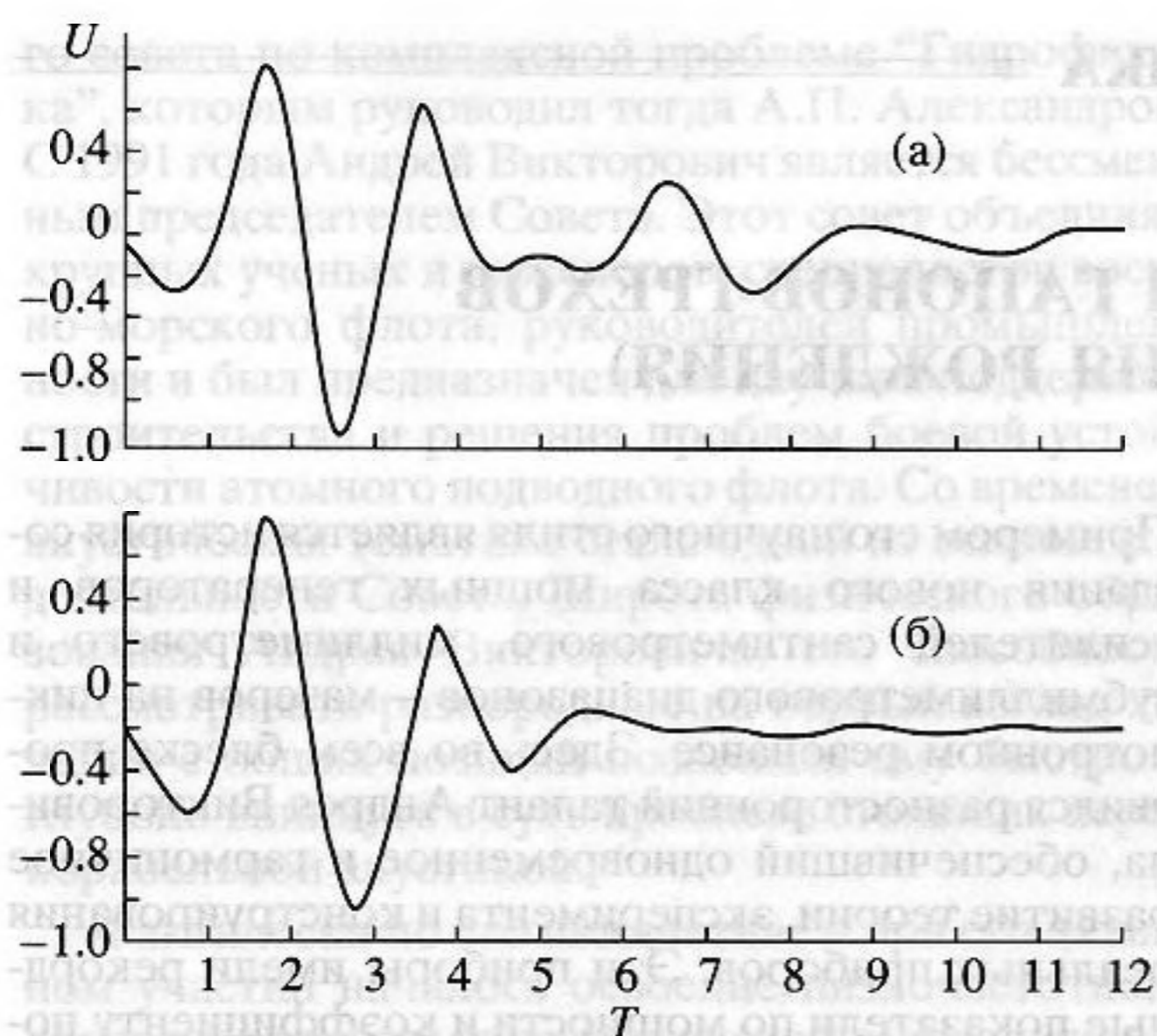


Рис. 1.

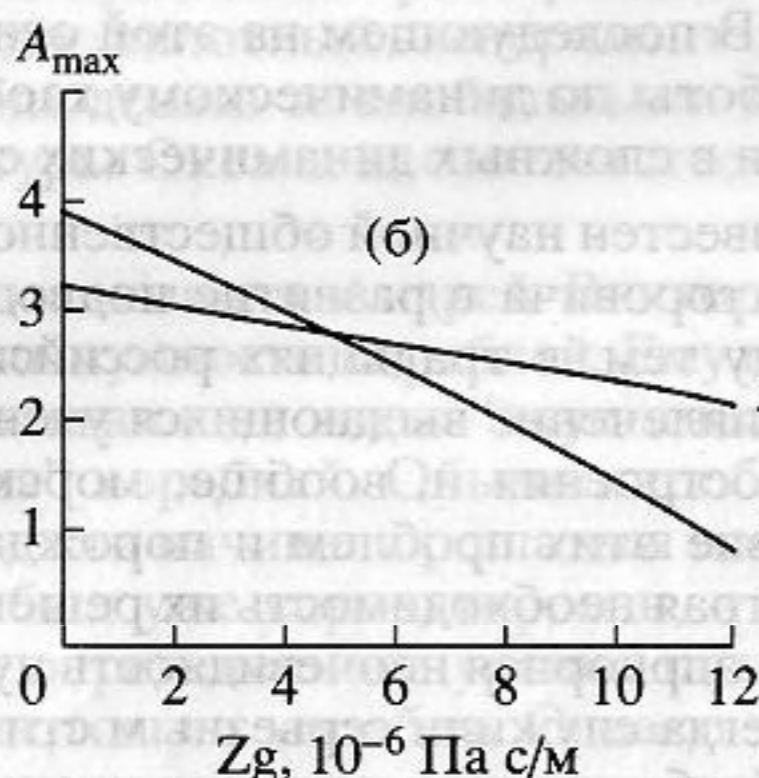
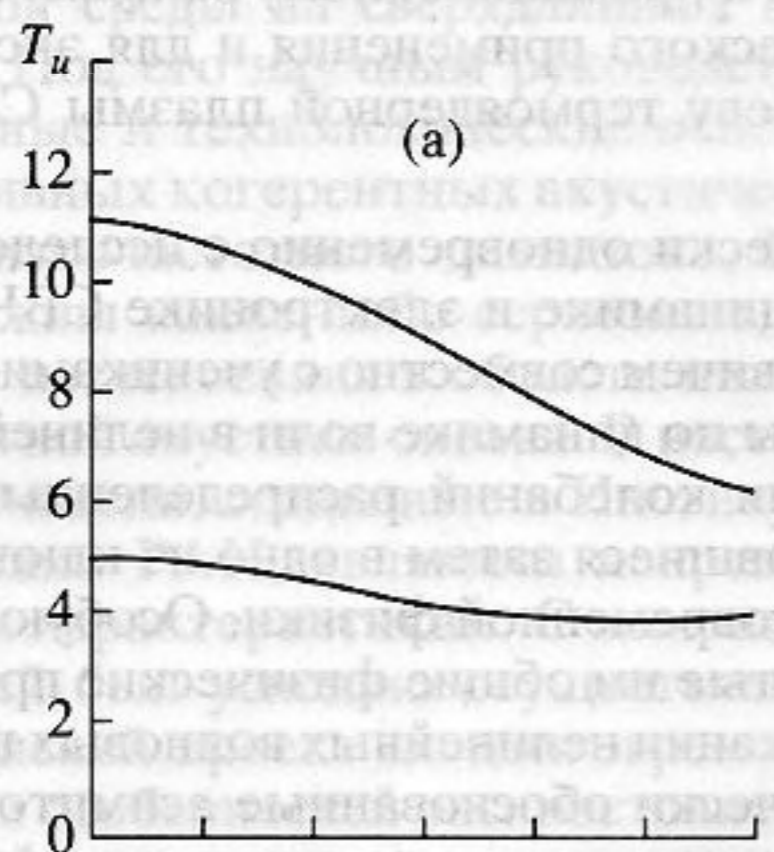


Рис. 2.

кривой во втором случае более гладкая, тогда как в первом случае она напоминает биения.

На рис. 2а приведены зависимости длительности импульса от z_d при оптимальной электрической нагрузке: 1 – для двугорбой АЧХ; 2 – для граничной АЧХ. Из приведенных графиков видно, что кривая 2 обладает явным преимуществом перед кривой 1, особенно при слабом демпфировании или его отсутствии. Длительность импульса короче примерно в 2 раза.

На рис. 2б приведены в условных единицах максимальные амплитуды импульсов в зависимости от z_d . Нумерация кривых такая же, как и на рис. 2а. Видно, что при небольших значениях z_d для кривой 1 амплитуды превышают значения амплитуд для кривой 2. Для больших значений z_d имеем противоположную картину. Обращает на себя внимание тот факт, что для кривых 2 на рис. 2а и 2б характерна более слабая зависимость от z_d , чем для кривых 1.

Таким образом, приведенные расчеты подтверждают критерий, высказанный ранее для согласующих слоев: для получения наиболее короткого импульса параметры электрической нагрузки следует выбирать таким образом, чтобы АЧХ являлась граничной между одногорбой и двугорбой. При этом частота настройки электрического контура несколько превышает антирезонансную частоту пьезопластины ($n \approx 1.1-1.2$), а добротность индуктивности $Q \approx 1.5$ является более низкой, чем для случая максимальной полосы пропускания ($Q \approx 3$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Stephane Hole, Jacques Lewiner*. Design and optimization of unipolar pressure pulse generators with a single transducer // *J. Acoust. Soc. Amer.* 1998. V. 103. № 5. P. 2790–2797.
2. *Коновалов С.И., Кузьменко А.Г.* Сравнение возможностей механического демпфирования преобразователей и использования согласующих слоев для получения коротких импульсов // *Акуст. журн.* 1998. Т. 44. № 1. С. 119–120.
3. *Коновалов С.И., Кузьменко А.Г.* Влияние согласующих слоев на излучение и прием коротких импульсов // *Акуст. журн.* 1999. Т. 45. № 4. С. 568–569.