

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ АКУСТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА, ИЗЛУЧАЕМОГО ПЬЕЗОПЛАСТИНОЙ

© 2004 г. С. И. Коновалов, А. Г. Кузьменко

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
197376 Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

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

Поступила в редакцию 17.03.2003 г.

В работе авторов [1] рассмотрена возможность получения короткого электрического импульса на приемной пьезопластине при возбуждении ее импульсом колебательной скорости за счет подключения параллельно пьезопластине электрической L - R цепи.

Представляет интерес исследование возможности сокращения длительности акустического импульса излучающей пьезопластины также за счет подключения электрической L - R цепи.

Схема задачи представлена на рис. 1. Электрическая цепь, представляющая последовательное соединение элементов L и R , включена последовательно с пьезокерамической пластиной. На вход подается импульс электрического напряжения, представляющий один полупериод синусоиды на антирезонансной частоте пьезопластины. В качестве материала пластины принята керамика ЦТСНВ-1. С одной стороны пластина граничит с воздухом, а с другой нагружена на жидкость (воду).

Данную систему можно характеризовать следующими параметрами:

$\Omega = 1/\sqrt{LC_0}$; $n = \Omega/\omega_0$; $Q = \omega_0 L/R$, где C_0 – электрическая емкость заторможенной пьезопластины, ω_0 – антирезонансная круговая частота пьезо-

пластины. Задача состоит в определении оптимальных значений параметров Q и n , при которых длительность излучаемого импульса колебательной скорости будет наименьшей. За длительность импульса принимается отрезок времени от начала импульса до момента спадания уровня сигнала на 20 дБ от максимальной амплитуды, т.е. до 0.1. Для удобства время будем измерять в относительных единицах: $T = 2t/T_0$, где T_0 – период колебаний на частоте ω_0 . Методика расчета формы импульса колебательной скорости аналогична той, которая применялась в случае пьезоприемника, и основана на использовании электрической схемы-аналога и преобразования Фурье. Расчеты импульсных процессов выполнялись на ПК. Далее приводятся результаты расчетов.

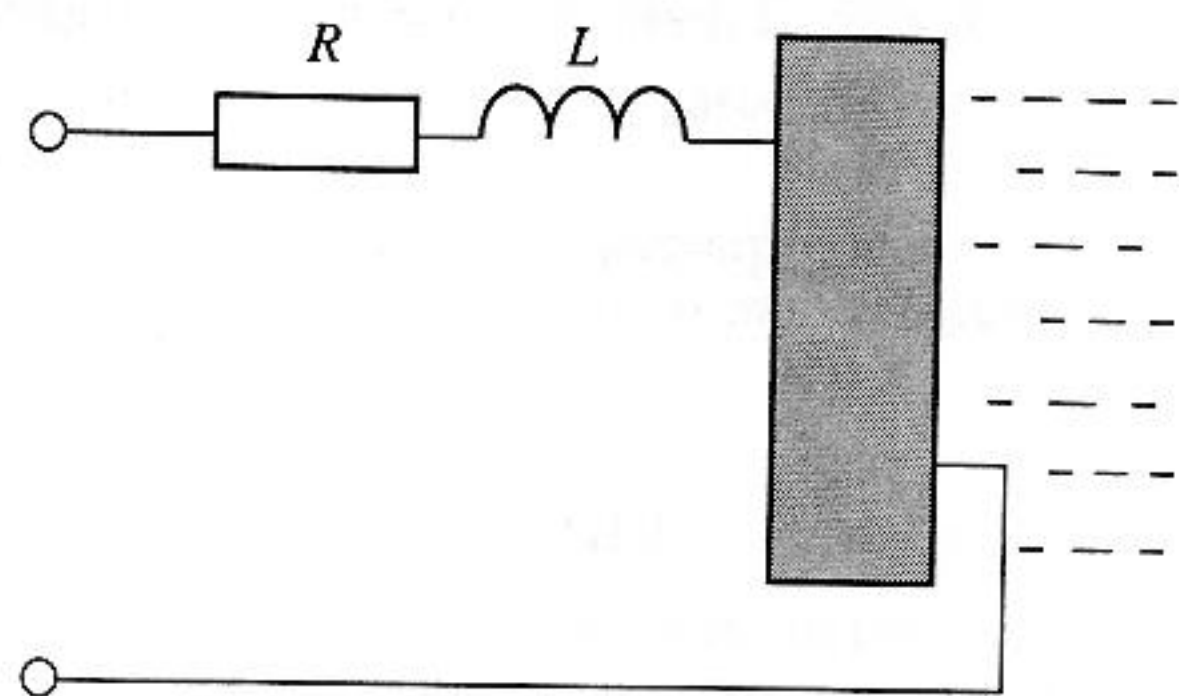


Рис. 1.

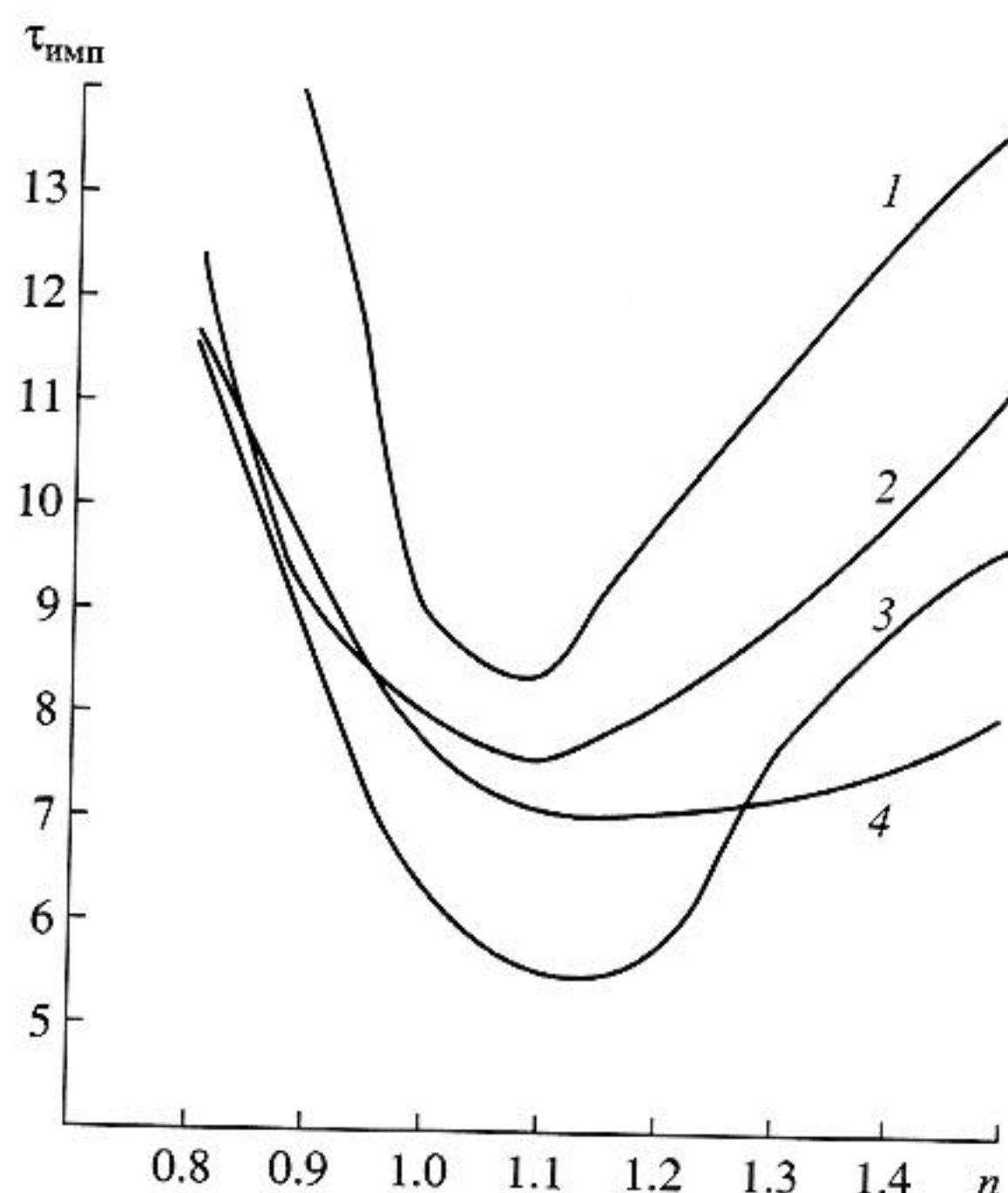


Рис. 2.

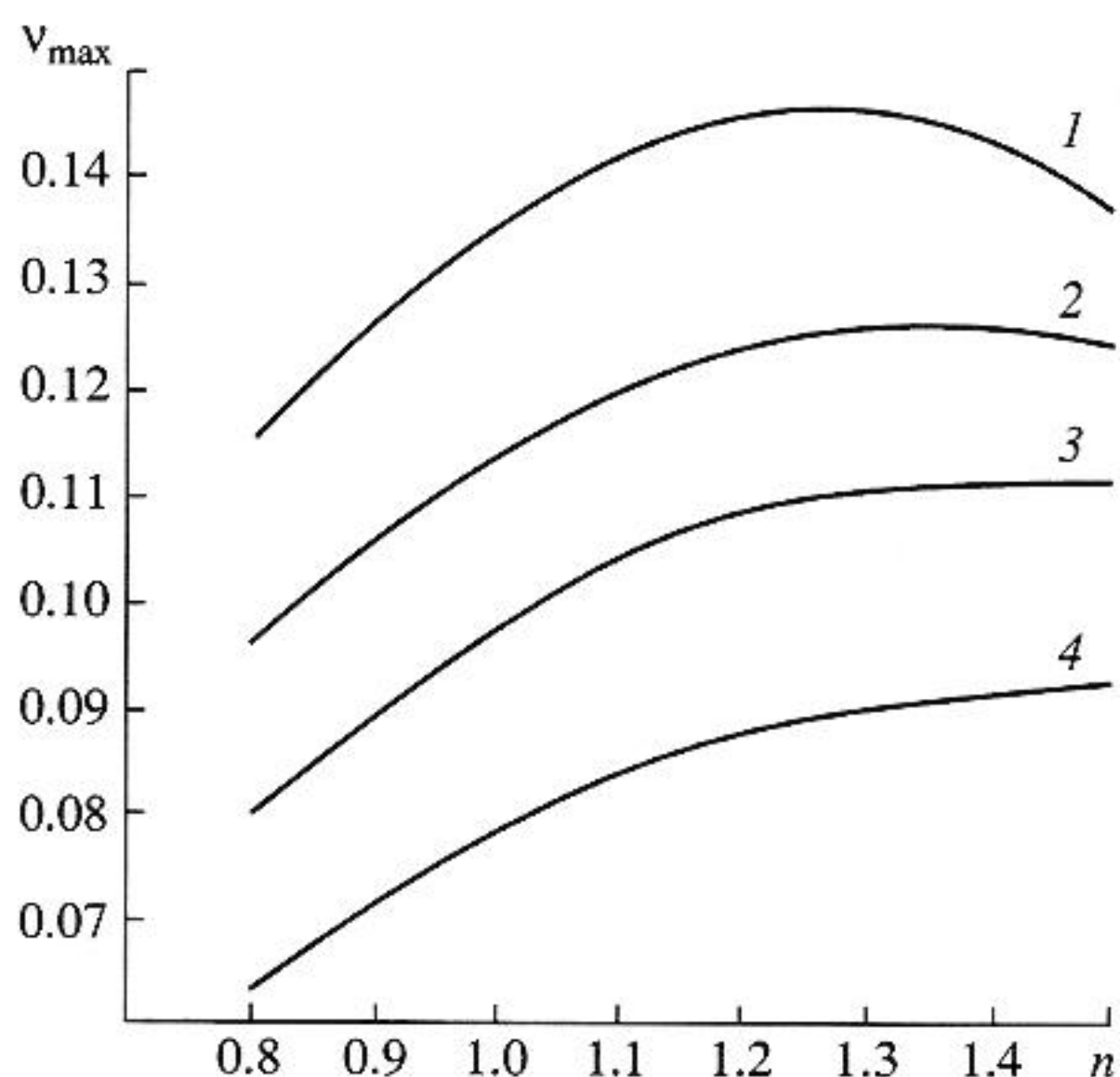


Рис. 3.

На рис. 2 представлены зависимости длительности импульса колебательной скорости от параметра n при следующих значениях параметра Q : 1 – $Q = 3$; 2 – $Q = 2$; 3 – $Q = 1.5$; 4 – $Q = 1$. Видно, что оптимальными значениями являются $Q = 1.5$ и $n = 1.15$. При этом длительность импульса $\tau_{\text{имп}} = 5.5$

На рис. 3 в относительных единицах приведены зависимости максимума амплитуды импульса колебательной скорости v_{max} от параметра n . Приводимые зависимости соответствуют значениям максимумов амплитуды колебательной скорости в импульсе с точностью до постоянного множителя. Нумерация кривых сохранена той же, что и на рис. 2. Из представленных данных следует, что при оптимальном выборе значений Q и n практически достигается максимум амплитуды сигнала в зависимости от n (кривая 3).

Вид нормированного к единице импульса колебательной скорости v/v_{max} при оптимальных значениях параметров Q и n показан на рис. 4.

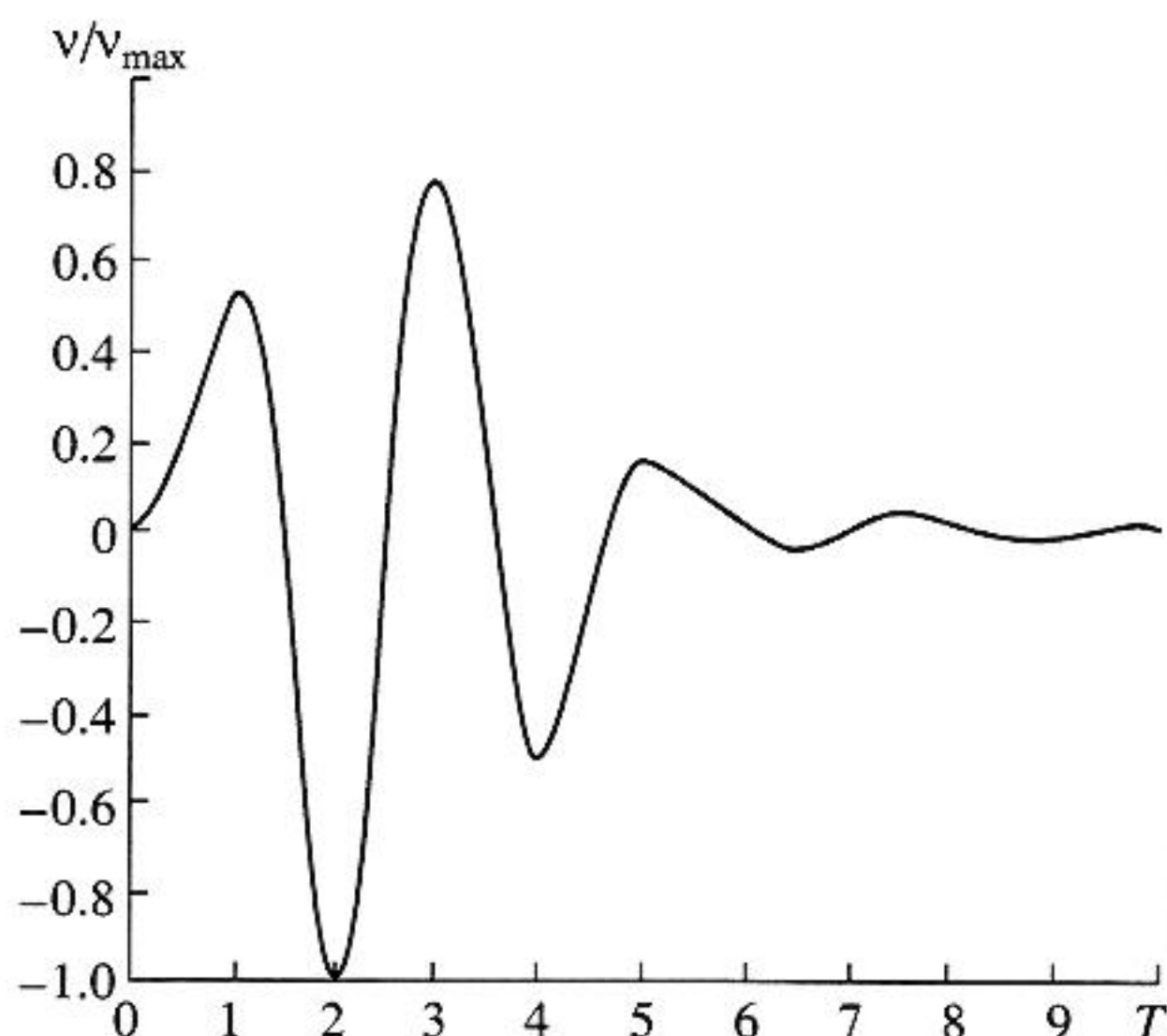


Рис. 4.

Для сравнения отметим, что длительность импульса, излучаемого пластиной без электрической нагрузки, превышает 20 полупериодов при максимальной амплитуде сигнала $v_{\text{max}} = 0.164$. При оптимальной же электрической нагрузке длительность импульса составляет 5.5 полупериода, т.е. уменьшается примерно в 4 раза. Амплитуда импульса при этом $v_{\text{max}} = 0.108$, т.е. снижается в 1.5 раза.

Таким образом, на основании расчета установлены оптимальные значения параметров электрической нагрузки, позволяющей существенно сократить длительность акустического импульса, излучаемого пьезопластиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалов С.И., Кузьменко А.Г. Влияние электрической нагрузки на длительность электрического импульса на пьезоприемнике // Акуст. журн. 2001. Т. 47. № 6. С. 856–857.