

Исследование характеристик и возможностей применения пьезоэлектрических пленок в задачах защиты информации

А. В. Иванов, В. А. Трушин, Е. В. Гайслер

В работе обсуждаются возможности применения пьезоэлектрических пленок в качестве элементов систем защиты информации. Приводятся результаты экспериментальных исследований пленок серии Fils Co., Ltd (Ю. Корея): их электроакустических амплитудно-частотных характеристик, обратного акустоэлектрического преобразования, наличие и уровни побочных электромагнитных излучений.

Ключевые слова: пьезоэлектрические пленки, амплитудно-частотные характеристики, динамический диапазон, спектр, электромагнитное излучение, техническая защита информации.

1. Введение

В технической защите информации широко применяются преобразователи электрических сигналов в акустические и виброакустические (электромагнитные, электродинамические, пьезоэлектрические и других типов) сигналы. Прежде всего, они используются в средствах активной защиты – генераторах акустического и виброакустического шума, применяемых для постановки помехи при аттестации помещений [1], предназначенных для проведения переговоров. На рынке представлено множество таких преобразователей различных фирм-производителей по цене 1.5÷3.5 тыс. руб. (без элементов крепления), например. «Соната», «SEL SP» и др.

На наш взгляд, в настоящее время в качестве преобразователей электрических сигналов представляет интерес использование тонких пьезоэлектрических пленок, разработки которых интенсивно ведутся в последние годы рядом фирм. Такие пленки обладают рядом несомненных достоинств [2]:

- широкий частотный диапазон;
- высокая электрическая и механическая прочность;
- являются очень гибкими;
- являются практически прозрачными в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах;
- защищены от воздействия влаги.

Таким образом, пьезоэлектрические пленки являются перспективным направлением в области развития акустических и вибрационных излучателей.

2. Постановка задачи

Для определения возможных направлений применения пьезоэлектрических пленок необходимо произвести следующие исследования:

- амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) пьезоэлектрической пленки как для широкополосного сигнала, так и для перестраиваемого гармонического сигнала;
- акустоэлектрических свойств пьезоэлектрической пленки;
- вибрационных свойств пьезоэлектрической пленки;
- уровней напряженности побочного электромагнитного поля (ЭМП) для оценки возможности применения подобных пленок в формирователях тестового акустического сигнала.

3. Основная часть

Для проведения исследований была использована пьезоэлектрическая пленка Sound Films производства южно-корейской фирмы Fils Co., Ltd (рис. 1).

Характеристики пленки: диапазон частот 170 Гц – 20 кГц; размеры 165*120 мм. Необходимо отметить, что характеристики пленки зависят от изогнутости, поэтому исследования производились как для прямой, так и для изогнутой пленки.



Рис. 1. Внешний вид пленки Sound Films

3.1. Исследование АЧХ

Структурная схема измерительной установки представлена на рис. 2. Измерения производились в следующих режимах:

- входной сигнал – белый шум (используется как основа для формирования маскирующих помех [3]), пленка прямая (рис. 3);
- входной сигнал – белый шум, пленка изогнута (рис. 4);
- входной сигнал – гармонический с различными частотами, начиная от 100 Гц, пленка изогнута (рис. 5).



Рис. 2. Структурная схема измерительной установки для определения АЧХ

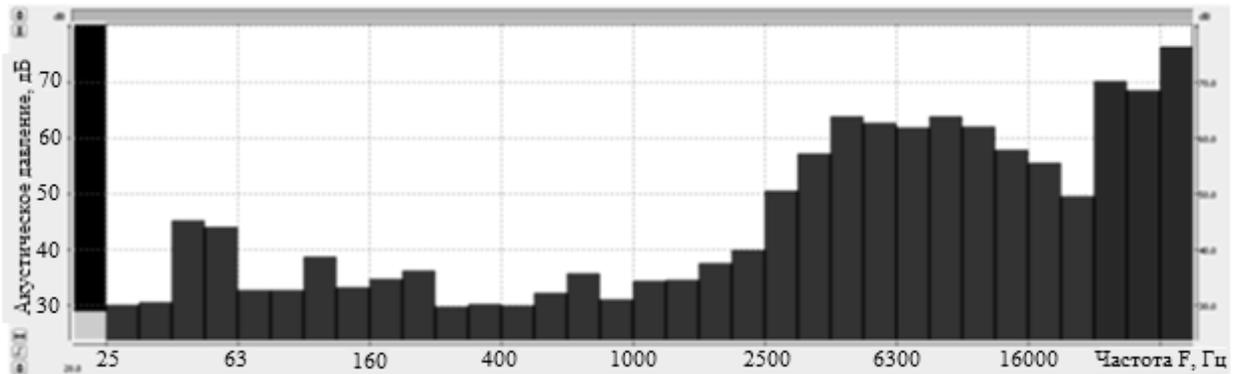


Рис. 3. Результаты измерения АЧХ для прямой пленки, входной сигнал – белый шум, расстояние от микрофона 0.5 м

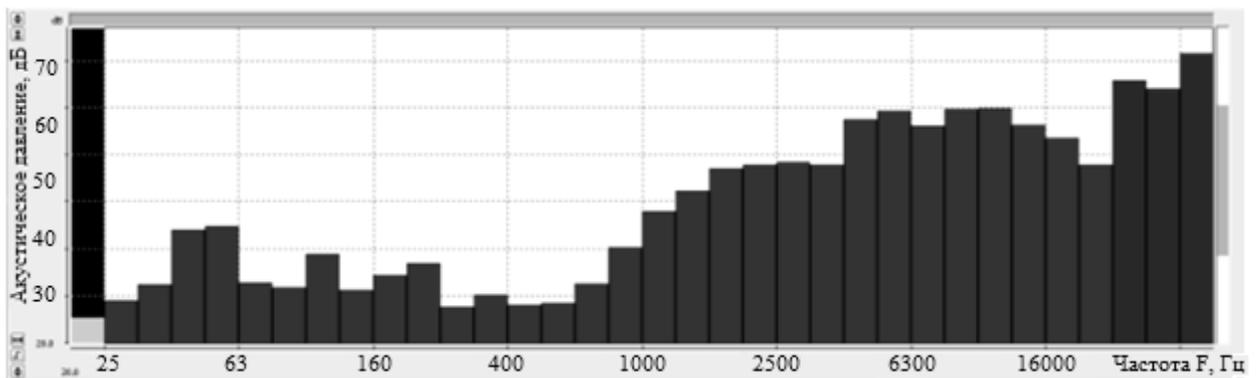


Рис. 4. Результаты измерения АЧХ изогнутой пленки, входной сигнал – белый шум, расстояние от микрофона 0.5 м

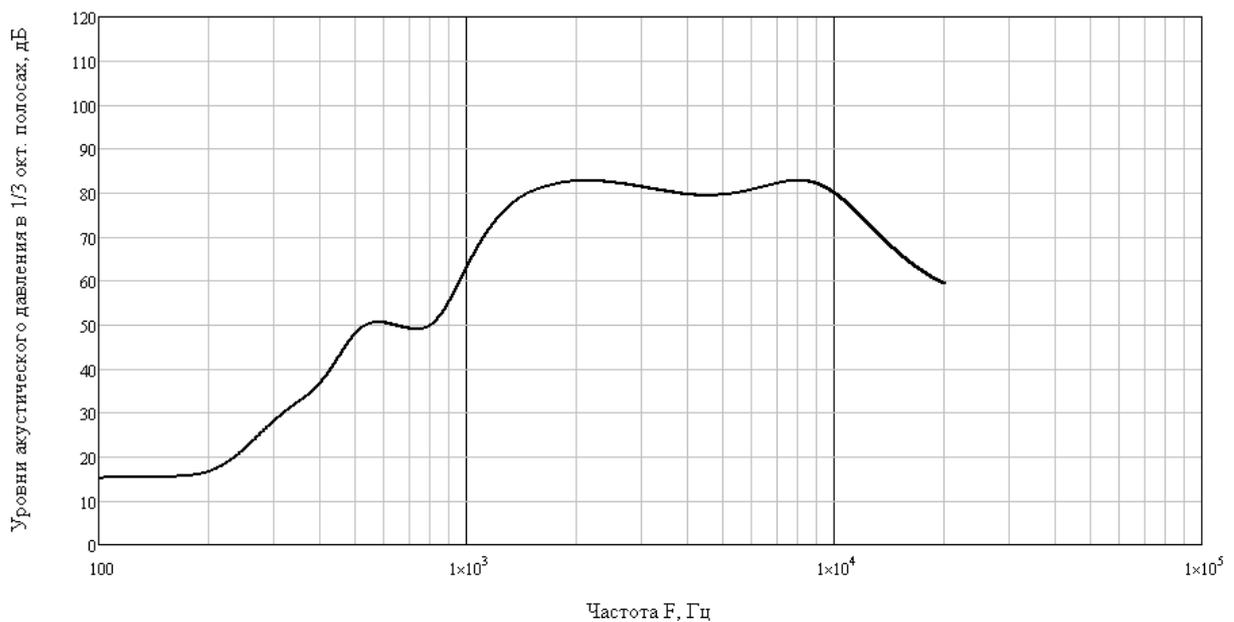


Рис. 5. Результаты измерения АЧХ для изогнутой пленки, входные сигналы – гармонические (100 Гц – 20 кГц), расстояние от микрофона 0.5 м

Исходя из результатов измерения, можно сделать вывод о том, что деформация пленки существенно влияет на ширину частотного диапазона. Следует также отметить, что резуль-

таты измерений не подтверждают заявленные производителем характеристики (170 Гц – 20 кГц). Фактический диапазон частот для данной модели начинается от 500 Гц.

3.2. Исследование акустоэлектрических свойств пленки (обратный пьезоэффект)

Структурная схема измерительной установки представлена на рис. 6. Результаты измерений приведены на рис. 7.

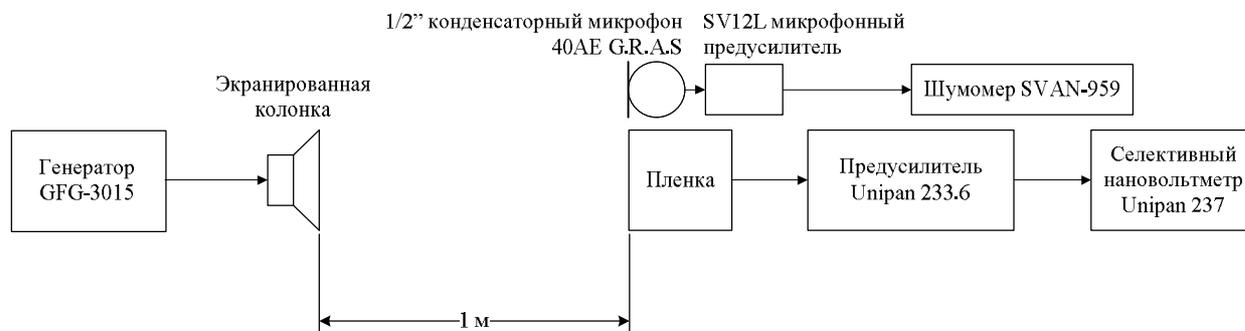


Рис. 6. Структурная схема измерительной установки для определения акустоэлектрических свойств пленки

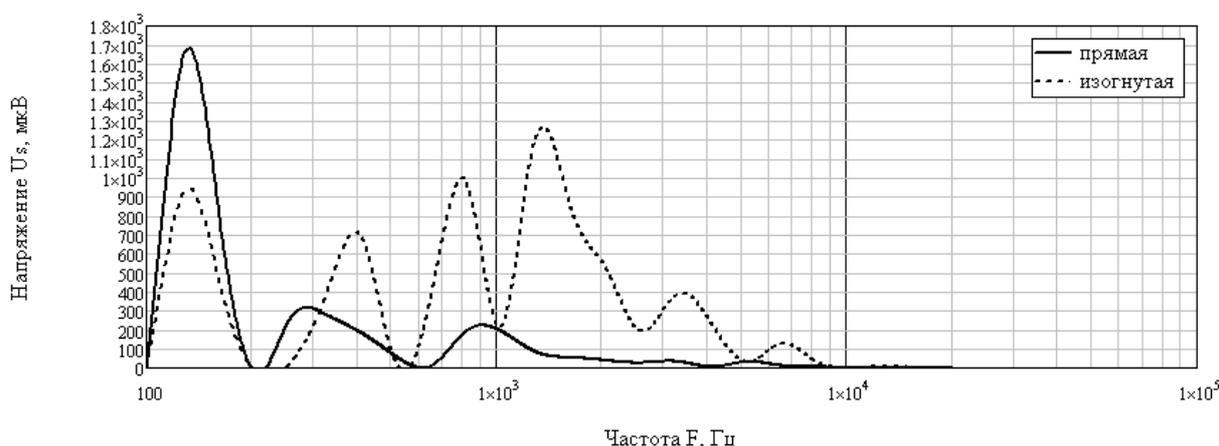


Рис. 7. Результаты исследований акустоэлектрических свойств пленки: входной сигнал гармонический в диапазоне 100 Гц – 20 кГц

Результаты измерений в очередной раз подтвердили существенное влияние изгиба пленки на ее частотные характеристики. Можно сделать вывод о наличии акустоэлектрического эффекта, но частотная характеристика является явно неравномерной.

3.3. Исследования вибрационных свойств пьезоэлектрической пленки

Структурная схема измерительной установки для исследования характеристик пьезоэлектрической пленки с целью выяснения возможности ее применения в качестве виброизлучателя для защиты речевой информации от утечки по виброакустическому каналу представлена на рис. 8. Результаты измерения приведены на рис. 9.

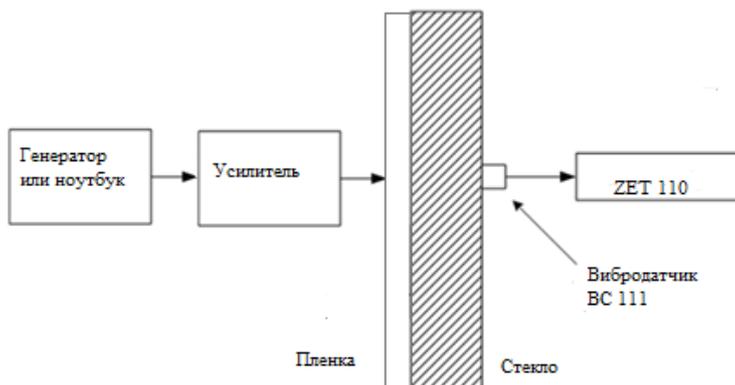


Рис. 8. Структурная схема измерительной установки для исследования вибрационных свойств пленки

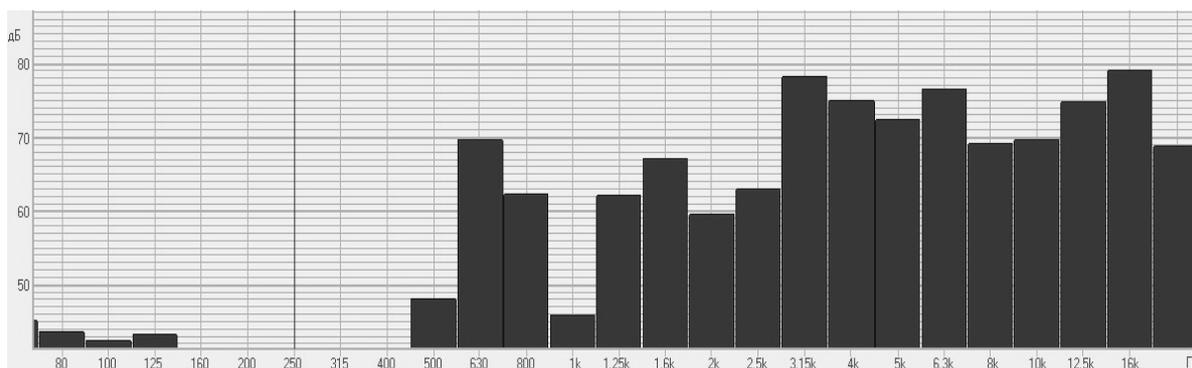


Рис. 9. Результаты измерения АЧХ для пленки, закрепленной на стекле, входной сигнал – белый шум

По результатам измерений можно сделать вывод, что при жестком закреплении пленки на поверхности стекла существенно расширяется ее частотный диапазон (если сравнивать с прямой незакрепленной пленкой). Диапазон излучения составляет от 500 Гц до 20 кГц. Провал на частоте 1 кГц может быть обусловлен неравномерностью распределения структурных волн по поверхности стекла; возможно, при использовании пленок и стекла больших размеров данный эффект проявляться не будет.

3.4. Исследование уровней напряженности ЭМП

Структурная схема измерительной установки представлена на рис. 10. Результаты исследования уровня напряженностей ЭМП от пленки показали, что на уровне фоновых шумов ЭМП влияния пленки не было выявлено. Данный результат указывает на возможность использования подобных пленок в качестве аналогов экранированных акустических излучателей.

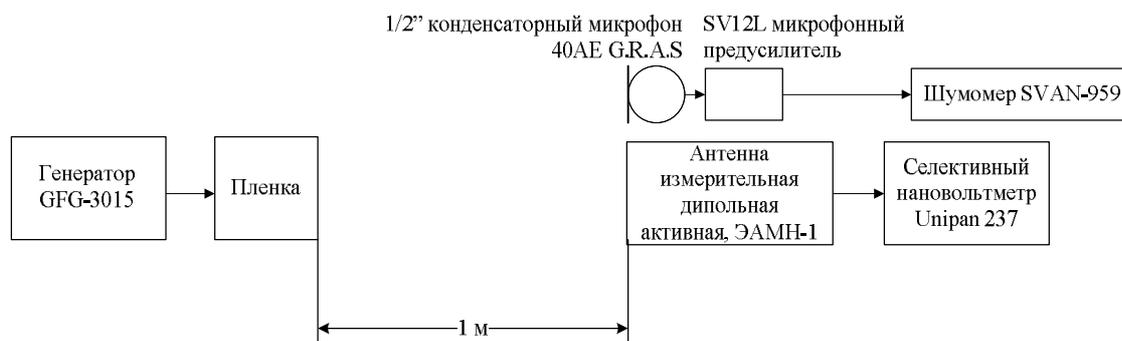


Рис. 10. Структурная схема измерительной установки для измерения уровней напряженности ЭМП от пленки

4. Заключение

Частотный диапазон исследованных образцов пленки оказался в пределах от 500 Гц до 20 кГц. Высокая нижняя граница диапазона, возможно, является следствием малых габаритных размеров пленки. При этом нелинейность АЧХ можно скорректировать за счет соответствующей АЧХ усилителя входного сигнала.

При появлении на рынке пленок, перекрывающих весь частотный диапазон речевых сигналов (90 Гц – 11.5 кГц), возможно их применение в области технической защиты речевой информации в качестве средств постановки маскирующей помехи.

Также большой интерес представляет данный тип излучателей в качестве альтернативы экранированным колонкам, которые отличаются значительными массогабаритными характеристиками.

Акустоэлектрическая характеристика обладает существенной неравномерностью, что не позволяет использовать пленки в качестве измерительных преобразователей, но может создавать риски перехвата речевого сигнала с целью ведения разведки.

Литература

1. Поляков В. В., Трушин В. А., Рева И. Л. и др. Региональные аспекты технической и правовой защиты информации // монография / Рецензент: доктор технических наук, профессор А. Г. Якунин, ответственный редактор: профессор В. В. Поляков. Барнаул, 2013.
2. Шаранов В. М., Полищук Е. С., Коцевой Н. Д. и др. Датчики: Справочное пособие / М.: Техносфера, 2012. 624 с.
3. Иванов А. В., Трушин В. А., Рева И. Л. Реализация оптимальной помехи при защите речевой информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналам // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2011. № 4 (45). С. 140–145.

Статья поступила в редакцию 04.02.2016

Иванов Андрей Валерьевич

ст. преподаватель кафедры защиты информации НГТУ (630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20) тел. (383) 346-08-53, e-mail: andrej.ivanov@corp.nstu.ru.

Трушин Виктор Александрович

к.т.н., с.н.с., заведующий кафедрой защиты информации НГТУ (630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20) тел. (383) 346-08-53, e-mail: rastr89@mail.ru.

Гайслер Евгений Владимирович

к.т.н., председатель правления ООО УК «Ломоносов капитал» (630090, г. Новосибирск, ул. Николаева, д. 11) тел. (383) 363-30-77, e-mail: evgeniy.gaysler@mail.ru.

Investigation of piezoelectric films application characteristics and possibilities for information security**A. Ivanov, V. Trushin, E. Gaisler**

This paper discusses the possibility of using piezoelectric films as elements of information security systems. The results of experimental studies of films Fils Series Co, Ltd (South Korea): their electro-amplitude-frequency characteristics, reverse acoustic-electric conversion, the presence and levels of spurious electromagnetic radiation are provided.

Keywords: piezoelectric film, frequency response, dynamic range, the spectrum of electromagnetic radiation, technical protection of information.