

УДК 534.833.522.4, 534.8.081.7

## ВОЗДУШНО-ПУЗЫРЬКОВАЯ ПАНЕЛЬ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ

О.Б. ЗЕЛЬМАНСКИЙ, С.Н. ПЕТРОВ, А.А. КАЗЕКА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

*Поступила в редакцию 8 октября 2013*

Приведено описание конструкции и характеристик комбинированной воздушно-пузырьковой панели для защиты информации от утечки одновременно по акустическому, оптическому и электромагнитному техническим каналам, обладающей низкими массогабаритными и стоимостными характеристиками. Приведены значения разборчивости речи, проходящей через предложенную конструкцию воздушно-пузырьковой панели, а также ее характеристики экранирования электромагнитного излучения.

*Ключевые слова:* защита информации, технический канал утечки информации, воздушно-пузырьковая панель, звукоизоляция, экран электромагнитного излучения.

### Введение

Наиболее распространенными и изученными техническими каналами утечки информации являются акустический, электромагнитный и оптический. Традиционный подход защиты информации подразумевает применение отдельных средств защиты для снижения возможности перехвата информации по каждому из вышеперечисленных каналов: звукоизолирующие конструкции для акустического канала [1], вибродемпфирующие и светоотражающие панели для оптического канала, поглощающие и отражающие панели – для электромагнитного канала [2]. Однако в случае, когда существует возможность перехвата информации сразу по нескольким техническим каналам, совместное применение таких средств защиты не всегда возможно, экономически не оправдано и не практично. Возникают проблемы при последовательном монтаже, особенно при сочетании акустических и электромагнитных экранов, возрастают временные затраты на установку таких экранов. Одним из возможных вариантов решения данной задачи является применение композитных или многослойных материалов, каждый слой которых обладает требуемыми характеристиками для защиты соответствующего канала утечки информации.

Предлагаемая комбинированная защитная панель относится к экранирующим и защитным устройствам, обеспечивающим одновременно тепло- и звукоизоляцию, а также ослабление электромагнитных волн, и может быть использована с целью создания средств защиты биологических объектов от излучения естественных и антропогенных источников электромагнитного излучения, обеспечения защиты информации от утечки по акустическому, электромагнитному и оптическому каналам.

### Принцип построения воздушно-пузырьковой панели

Для защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам были разработаны конструкции, представляющие собой стеклопакеты, заполненные жидкостью [3]. Стеклопакеты применяются для звукоизоляции оконных проемов и прочих оптически прозрачных участков помещений. Звукоизоляция стеклопакета, как системы двух (или более) масс с упругими поперечными связями, определяется массой каждого из стекол и

толщиной воздушной прослойки (ее упругостью). Изменяя эти параметры, можно влиять на частотную характеристику звукоизоляции стеклопакета. В работе [4] показано, что использование водосодержащих сред, инкорпорированных в различные основания, включая стеклопакеты, приводит к возможности создания новых элементов экранов электромагнитного излучения в силу высокого значения диэлектрической проницаемости воды (80,1 при температуре 20 °С). В то же время, заполнение стеклопакета 5 %-ым водным раствором NaCl приводит к возрастанию звукоизоляции на 7–15 дБ в диапазоне частот 220–450 Гц и одновременно к снижению в диапазоне 450–8000 Гц на величину до 17 дБ. Что повышает вероятность перехвата акустической информации, проходящей через подобную конструкцию.

В настоящей работе предлагается усовершенствовать конструкцию комбинированной панели путем добавления компрессора, обеспечивающего формирование пузырьков воздуха в жидкости, заполняющей стеклопакет. Это позволит увеличить коэффициент поглощения энергии электромагнитных и акустических колебаний и, тем самым, увеличить эффективность экранирования конструкции. Поскольку одиночный пузырек рассеивает существенную часть падающей на него акустической энергии, то в случае множества пузырьков в некоторой единице объема, очевидно, будут возникать многократные переотражения или объемная реверберация. Вместе с тем известно, что пузырьки газа в жидкости вызывают усиленное затухание звуковых колебаний в ней. Коэффициент затухания звука носит резонансный характер и пропорционален частоте в степени  $3/2$  [5]. С изменением размеров газовых пузырьков меняется их резонансная частота. Когда пузырьки имеют размер, при котором их резонансная частота совпадает с частотой излученных звуковых колебаний, наблюдается затухание звука более чем на 50 дБ [6].

Это объясняется следующим:

- нагрев пузырька и отвод тепла к жидкости при периодических изменениях объема пузырька, которые он испытывает под действием звуковой волны;
- рассеяние части звуковой энергии, обусловленное тем, что колеблющийся пузырек является сферическим излучателем звука;
- потери энергии за счет образования потоков жидкости вокруг колеблющегося пузырька.

При этом число пузырьков, размеры которых близки к резонансному, не должно быть столь велико, чтобы происходило перекрытие их эффективных поперечных сечений поглощения [7].

Дополнительным фактором, снижающим разборчивость речи, проходящей через подобную конструкцию, является шум, вызванный движением и схлопыванием поднимающихся в жидкости пузырьков воздуха.

В случае утечки информации по оптическому каналу, переносчиком информации выступает свет, испускаемый источником или отраженный от него в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Поднимающаяся со дна стеклопакета пелена пузырьков вносит оптические искажения в поток света, проходящего через конструкцию, тем самым затрудняя перехват информации по оптическому каналу (непосредственное или удаленное наблюдение). Отключение компрессора позволит обеспечить оптическую прозрачность конструкции на необходимый период времени.

### **Конструкция воздушно-пузырьковой панели**

Предлагаемая конструкция представляет собой однокамерный стеклопакет, включающий в себя два стекла толщиной 4 мм, расположенных на расстоянии 10 мм одно от другого, пространство между которыми заполнено 5 %-м водным раствором NaCl (в качестве консерванта). Размеры образца составили 500×500×18 мм, масса – 7,5 кг. Применение сотового поликарбоната вместо стекла позволяет снизить массу конструкции до 3,5 кг.

Пелена пузырьков создавалась с помощью компрессора и аэратора, установленного на дне стеклопакета (рис. 1). Аэратор представлял пористый камень с порами различного размера.

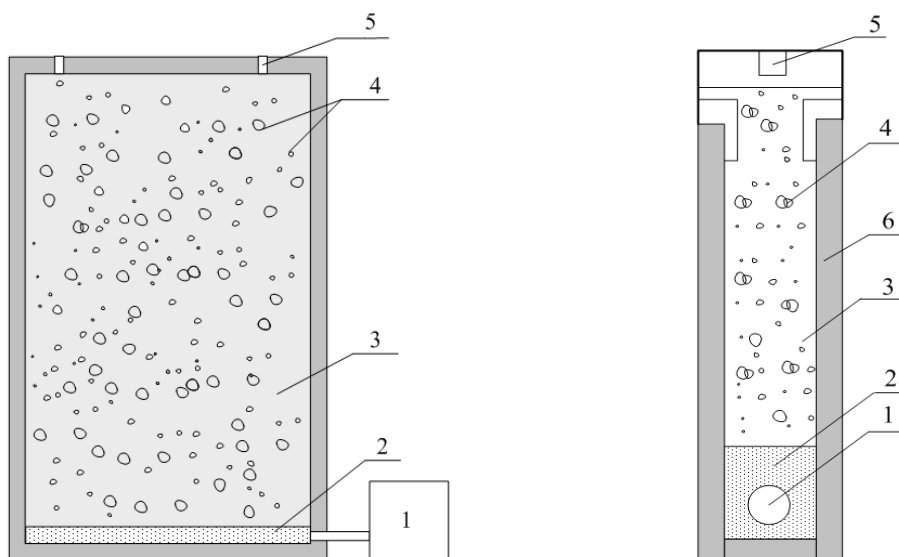


Рис.1. Воздушно-пузырьковая панель: 1 – компрессор; 2 – аэратор; 3 – водный раствор; 4 – пузырьки; 5 – капилляры для заполнения стеклопакета водосодержащим раствором и стравливания излишка воздуха; 6 – лист стекла

### Методика проведения эксперимента

Для определения снижения разборчивости речи исследуемой конструкцией применялась экспериментальная установка, описанная в работе [8]. Разборчивость речи определялась по следующей методике. Группой дикторов в составе 5 человек (4 мужчины, 1 женщина) была записана на персональный компьютер таблица Д.50 из стандарта ГОСТ Р 50840-95 [9]. Каждым диктором было записано по 10 фраз из данной таблицы. Запись проводилась с использованием программы Cool Edit Pro 2.1, микрофона Октава МК-319, звуковой карты ASUS Xonar Essence ST.

Далее разработанная защитная панель фиксировалась в описанной ранее экспериментальной установке при выключенном компрессоре, после чего записанные таблицы воспроизводились динамиком установки, принимались помещенным в нее микрофоном и записывались на персональный компьютер. Все действия повторялись при включенном компрессоре, создающем завесу из пузырьков.

Полученные таким образом сигналы прослушивались аудитором (2 мужчины, 2 женщины) с использованием наушников Sennheiser HD415 и записывались. После чего вычислялось отношение правильно принятых элементов к общему числу переданных.

В результате проведенных измерений фразовая разборчивость речи, прошедшей через конструкцию, составила порядка 48 %, при включенном компрессоре, создающем пузырьковую завесу – 38 %.

Измерения электромагнитных характеристик проводились в соответствии с ГОСТ 20271.1-91 [10]. Оборудование, используемое при измерениях, и методика проведения измерений описаны в работе [11].

Комплексный коэффициент передачи электромагнитной энергии  $S_{21}$  воздушно-пузырьковой панели в частотном диапазоне 0,7–3 ГГц представлен на рис. 2, коэффициент передачи в диапазоне 2–17 ГГц – на рис. 3. Уменьшение коэффициента передачи можно объяснить тем, что энергия электромагнитного излучения, падающего на панель, рассеивается на многочисленных границах раздела фаз, частично переотражаясь, а частично поглощаясь водным раствором.

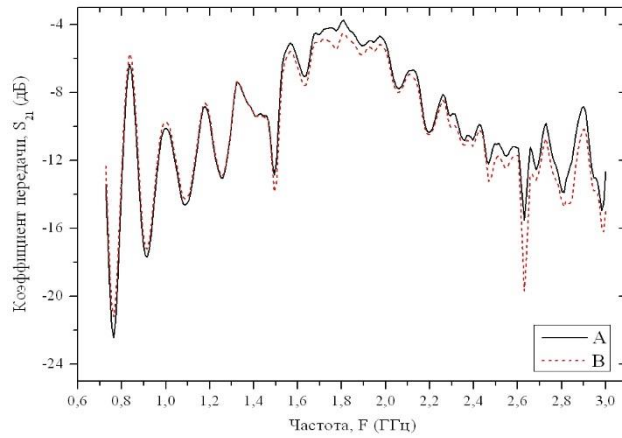


Рис. 2. Комплексный коэффициент передачи электромагнитной энергии воздушно-пузырьковой панели в частотном диапазоне 0,7–3 ГГц: А – компрессор выключен; В – компрессор включен

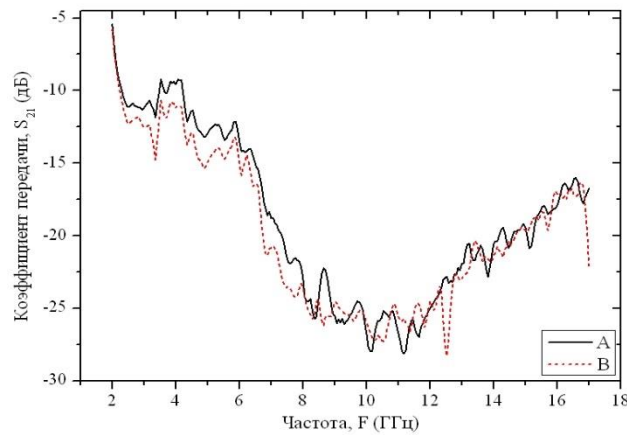


Рис. 3. Комплексный коэффициент передачи электромагнитной энергии воздушно-пузырьковой панели в частотном диапазоне 2–17 ГГц: А – компрессор выключен; В – компрессор включен

Комплексный коэффициент отражения электромагнитной энергии  $S_{11}$  панели в частотном диапазоне 0,7–3 ГГц представлен на рис. 4.

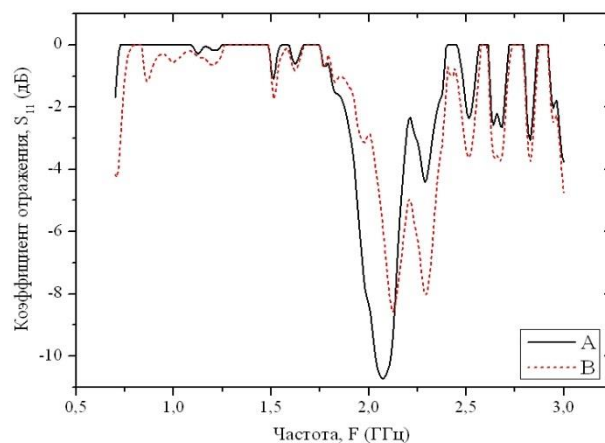


Рис. 4. Комплексный коэффициент отражения электромагнитной энергии воздушно-пузырьковой панели в частотном диапазоне 0,7–3 ГГц: А – компрессор выключен; В – компрессор включен

## Заклучение

Предложенная конструкция воздушно-пузырьковой панели сохраняет достоинства стеклопакетной конструкции, заполненной водосодержащими растворами, а именно характеристики экранирования электромагнитного излучения, и вместе с тем лишена ее недостатков, а именно снижено значение разборчивости речи, проходящей через панель, ослаблено прохождение светового потока через панель по причине отражения и рассеяния света на границе вода-воздух. Согласно результатам проведенных исследований, формирование в объеме панели пузырьков воздуха ведет к снижению разборчивости проходящей через нее речи с 48 % до 38 %, что, в свою очередь, позволяет снизить вероятность перехвата акустической информации, проходящей через подобную конструкцию. Из рис. 2–4 видно, что на некоторых частотах характеристики экранирования электромагнитного излучения воздушно-пузырьковыми панелями превосходят характеристики стеклопакетных конструкций. Таким образом, конструкция комбинированной воздушно-пузырьковой панели может применяться для защиты информации от утечки по акустическому, оптическому и электромагнитному каналам.

## AIR BUBBLE PANEL FOR INFORMATION PROTECTION FROM LEAKAGE VIA TECHNICAL CHANNELS

O.B. ZELMANSKI, S.N. PETROV, A.A. KAZEKA

### Abstract

The description of the design and characteristics of the low weight and size combined air bubble panel for information protection from a leakage via acoustic, electromagnetic and optical technical channels are considered. Values of speech intelligibility of speech signal passed through the developed construction and electromagnetic radiation shielding properties of the panel are discussed.

### Список литературы

1. Зельманский О.Б., Худoley И.С., Прудник А.М. и др. // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. 2010. № 2 (27). С. 153–157.
2. Петров С.Н., Казека А.А., Прудник А.М. // Докл. БГУИР. 2010. № 8 (54). С. 78–84.
3. Колбун Н.В., Петров С.Н., Прудник А.М. // Докл. БГУИР. 2009. № 3 (41). С. 79–85.
4. Лыньков Л.М., Богуш В.А., Кобун Н.В. // Докл. БГУИР. 2004. № 2 (5). С. 152–167.
5. Клюкин И.И. Звук и море. Ленинград, 1974.
6. Каталог научных статей (докладов конференций и монографий) Scientific World [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/physics-and-mathematics/physics-and-astronomy-mechanics/2998-2011-03-17-15-46-50>. – Дата доступа: 04.09.2013.
7. Определение количества и размеров пузырьков по вносимому ими затуханию звука // Техника и технологии [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.aspar.com.ua/ultrazvuk/100.html> – Дата доступа: 04.09.2013.
8. Активные и пассивные методы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам / Под ред. Л.М. Лынькова. Минск, 2011.
9. ГОСТ Р 50840–95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.
10. ГОСТ 20271.1-91. Изделия электронные СВЧ. Методы измерения электрических параметров.
11. Бойнрав О.В., Неамах М.Р., Соколов В.Б. // Докл. БГУИР. 2012. № 1 (63). С. 70–75.