

## **АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА**

А.А. Миронов, С.Н. Петров

Одним из наиболее распространенных и изученных технических каналов утечки информации являются акустический канал. Традиционным подходом для снижения возможности перехвата информации по акустическому каналу является использование пассивных звукоизолирующих конструкций.

Защитные конструкции на основе пористых материалов являются одной из наиболее распространенных групп пассивных звукоизолирующих конструкций. Звукопоглощение микро- и макропористых материалов обусловлено вязким трением при движении воздуха в узких каналах и порах, внутренним трением при деформациях скелета материала, а также теплообменом между воздухом в порах и скелетах. Многослойные защитные конструкции на основе микро- и макропористых материалов как правило изготавливаются в виде плит, которые крепят непосредственно к поверхности или на отnose. Основой зернистого пористого материала может служить минеральная крошка, гравий, пемза, каолин или шлак, в качестве вяжущего может использоваться жидкое стекло или цемент. Такие материалы имеют высокую механическую прочность.

В качестве основы для изучаемых конструкций был выбран вспученный вермикулит. Вспученный вермикулит в сочетании с полимерным связующим используется для создания гибких экранов электромагнитного излучения. Были изучены возможности ослабления звука подобными конструкциями.

Измерения проводились в частотном диапазоне от 200 до 6000 Гц. При оценке звукоизоляции образцов весь диапазон измерений делился на третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами 250 – 6300 Гц.

Изучались плоские образцы размером 30×40 см. Среди них: плиты из вермикулита с углеродным волокном и силикагелем в жидком стекле, вермикулитовая штукатурка, многослойные конструкции (в сочетании с войлоком, пенопластом и связующим), нетканое целлюлозное полотно в сочетании с краской «Агнитерм».

Образец на основе вермикулитовой штукатурки показал результат звукоослабления от 18 до 55 дБ в рассматриваемом диапазоне частот, что является лучшим результатом для исследованных образцов. Это может частично объясняться тем, что образцы на основе вермикулитовой штукатурки обладали самой большой массой.

## **ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ GaAs ТРАНЗИСТОРОВ ДИАПАЗОНА КВЧ С СУБМИКРОННОЙ ДЛИНОЙ ЗАТВОРА**

В.Н. Мищенко

Рассмотрены вопросы моделирования основных выходных характеристик GaAs транзисторов диапазонов СВЧ и КВЧ, которые находят широкое применение для создания приемопередающих устройств, радиометров и ряда других приборов. Для моделирования использовалась разработанная программа, в которой реализован многочастичный метод Монте-Карло совместно с решением уравнения Пуассона для трехмерной области приборной структуры. Особенностью моделируемых GaAs транзисторов явился учет особого профиля легирования подзатворной области структуры, который может быть сформирован с помощью ионной имплантации и позволяет улучшить выходные характеристики. Исследование трехмерной структуры из материала GaAs позволило учесть все геометрические размеры структуры и особенности формирования затвора и других контактных областей. В процессе моделирования анализировалось влияние прилагаемого постоянного смещения, внешнего гармонического сигнала и ряд других параметров на выходные характеристики транзисторов. Результатом моделирования явилось определение геометрических размеров структуры, величины напряжения питания, параметров легирования и ряда других параметров, которые позволяют добиться оптимальных в плане выходных характеристик режимов работы транзисторов. Исходя из полученных результатов моделирования, выработаны рекомендации по формированию и совершенствованию приборов с улучшенными выходными параметрами в диапазонах СВЧ и КВЧ. Использование исследованных приборных структур с субмикронной длиной затвора позволит создать транзисторы, которые найдут применение в телекоммуникационных системах, системах

защиты информации при разработке приемопередающих модулей, усилителей и других устройств диапазона КВЧ.

## **РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА ТИТАНА И ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА**

В.М. Мулугета, Х.А.М. Айад, А.М.А. Мохаммед, В.А. Богуш

При проектировании и создании экранирующих электромагнитное излучение помещений должны использоваться строительные материалы, изделия и конструкции, обеспечивающие соблюдение требований безопасности. Для создания таких помещений могут использоваться отделочные материалы, представляющие собой связующее с электропроводящими наполнителями, в качестве которых чаще всего используют порошки металлов и углерода. Для связывания частиц порошков могут применяться краски и отделочные смеси.

В данной работе представлены результаты исследования материалов порошка  $TiO_2$  и технического углерода (засыпные конструкции). Содержание материалов в первом образце составляет 20%  $TiO_2$  и 80% технического углерода; во втором, 40% на 60%; в третьем, 60% на 40%; в четвертом, 80% на 20% соответственно. Результаты показывают, что в диапазоне частот от 8 до 12 ГГц, коэффициент ослабления достигает  $-10$  дБ, в случае первого образца, и не ниже  $-29$  дБ для четвертого образца. Также  $TiO_2$  и технический углерод добавляли в огнестойкую краску «Агнитерм», с тем же процентным соотношением материалов в образцах на 60 г краски. Результаты показывают, что при частоте в 10 ГГц коэффициент ослабления для всех образцов достигает  $-12...-11$  дБ, а на частотах 8–9,5 и 10,5–12 ГГц имеет уменьшающий и увеличивающий характера соответственно в пределах от  $-12$  до  $-10$  дБ. При добавлении металла, коэффициент ослабления для первого образца на частоте 9 ГГц достиг  $-4,5$  дБ и на частоте 11 ГГц  $-6,4$  дБ.

### **Литература**

1. Cui Y., Du H., Wen L. // Journal of Materials Science & Technology. 2008. V. 24. P. 675–689.
2. Kumar S.G., Devi L.G. // The Journal of Physical Chemistry A. 2011. V. 115 (46). P. 13211–13241.
3. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты / В.А. Богуш [и др.] ; под ред. Л.М. Лынькова. Минск, 2003.
4. Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность : ТР 2009/013/ВУ. Введ. 01.08.2010. Минск: БелГИСС, 2012. 31 с.

## **СВЧ ГЕНЕРАТОРЫ С МАЛЫМ УРОВНЕМ ФАЗОВЫХ ШУМОВ**

В.В. Муравьев, С.А. Корневский, Н.М. Наумович, П.И. Карпович

Современные системы телекоммуникаций требуют обеспечения малого уровня фазовых шумов излучаемого сигнала при воздействии различных дестабилизирующих внешних факторов (вибрация, удары, акустический шум, температура, влажность и т.д.). На сегодняшний день одним из важнейших устройств радиоэлектронной аппаратуры, является кварцевый генератор.

Несмотря на проведение огромного количества работ по уменьшению фазовых шумов кварцевых генераторов их применение в радиоэлектронной аппаратуре не всегда позволяет обеспечить требуемый уровень фазовых шумов формируемых СВЧ сигналов. Основные проблемы, возникающие при использовании задающего кварцевого генератора, связаны с необходимостью умножения его частоты, что приводит возрастанию фазовых шумов на  $20\lg N$  дБ, где  $N$  – кратность умножения. Поэтому в настоящее время широкое применение находят принципиально вибро-акустоустойчивые керамические резонаторы [1], работающие в диапазоне СВЧ и линии задержки. Проведенные исследования показывают возможность уменьшения фазовых шумов СВЧ генераторов путем применения частотного детектора на линии задержки, формирующего сигнал ошибки, обусловленной частотными шумами генератора. Требуемые значения задержки сигнала  $t_s = 10-5$  с. Результаты моделирования показывают возможность уменьшения фазовых шумов генератора на 15–20 дБ.

### **Литература**

1. Хитровский В.А., Бугай В.М., Сидько В.И. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. № 2. С. 4–7.