

УДК 621.315.5

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУОКСИ ТИТАНА В СОСТАВЕ ПОГЛОТИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

И.С. ТЕРЕХ

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

Поступила в редакцию 10 октября 2005

Показано, что использование различных по составу и концентрации жидкостных наполнителей в конструкции комбинированного поглотителя электромагнитного излучения на основе диоксида титана позволяет изменять характеристики поглощения и отражения электромагнитной волны.

Ключевые слова: двуокись титана, поглотитель, экранирование.

Введение

Одним из методов увеличения стойкости и защиты радиоэлектронной аппаратуры от действия электромагнитного излучения (ЭМИ) является использование экранов [1]. При проектировании последних рассматриваются оптимальные варианты их изготовления, учитывая характеристики материала, его стоимость и геометрические факторы. Использование металлических поверхностей в качестве поглотителей электромагнитного излучения позволяет получить большую эффективность экранирования на всех частотах радиодиапазона, но при этом такой способ имеет ряд существенных недостатков, связанных со спецификой взаимодействия электромагнитных волн с проводящими структурами и физико-химическими свойствами металлов. Так, наличие омической проводимости определяет высокий коэффициент отражения вследствие отражения электромагнитной энергии от границы раздела сред "воздух" "металл". Пониженная гибкость и неприемлемые в ряде случаев массогабаритные показатели металлических экранов ставят проблему поиска новых материалов для изготовления поглотителей электромагнитного излучения. В качестве такого материала может быть использован диоксид титана.

Диоксид титана представляет собой кристаллы белого цвета, которые не растворяются в воде, разбавленных минеральных кислотах (кроме плавиковой) и разбавленных растворах щелочей [2, 3]. Плотность кристаллов колеблется в пределах 3,8–4,6 г/см³. При перемешивании с водой кристаллы легко пептизируются с образованием устойчивых коллоидных растворов. Диоксид титана широко применяется в качестве белого пигмента в лакокрасочной промышленности, в целлюлозно-бумажной промышленности, в производстве синтетических волокон, пластмасс, резиновых изделий, в производстве керамических диэлектриков, термостойкого и оптического стекла, белой эмали.

Методика проведения эксперимента

Целью данной работы является исследование величины ослабления и коэффициента отражения ЭМИ водных образцов на основе порошка двуокиси титана. Образцы представляют

собой герметичные конструкции, содержащие комбинацию слоев из полипропилена, хлопчатобумажной ткани, сетчатого материала, металлической фольги, глицерина, NaCl (таблица).

Исследование экранирующих свойств материалов подразумевает проведение измерений напряженности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля в одной и той же точке пространства до и после установки экрана. Эффективность экранирования исследуемых конструкций поглотителей электромагнитного излучения характеризуется коэффициентом ослабления энергии ЭМИ и коэффициентом отражения электромагнитных волн от поверхности экрана [4].

Для исследования экранирующих характеристик созданных образцов экранов использовались генератор качающейся частоты 61 и индикатор КСВН и ослабления Я2Р – 67. В качестве излучателя и приемника сигнала использовались концы волноводов. Такой способ при малой толщине образца (до 3 мм) принимался эквивалентным использованию измерительной ячейки. Структурная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1, 2.

Индикатор Я2Р – 67 работает по принципу раздельного выделения и непосредственного детектирования уровней падающей и отраженной волн. Сигнал, пропорциональный мощности, падающей на нагрузку, выделяется направленным детектором падающей волны ($ДН_{пад}$). Ослабление, вносимое исследуемым образцом, определяется отношением сигналов, выделяемых $ДН_{отр}$ и $ДН_{пад}$ (рис. 1). Для нахождения коэффициента отражения образцов определяется сигнал, отраженный от исследуемой нагрузки и выделенный направленным детектором отраженной волны ($ДН_{отр}$) (рис. 2).

Состав исследуемых образцов

№	Краткое название	Состав
1	Хб+TiO ₂	хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана
2	Хб+TiO ₂ +Me	хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана, металлическая фольга
3	Поли+Хб+TiO ₂	полипропилен, хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана
4	Поли+Хб+TiO ₂ +Me	полипропилен, хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана, металлическая фольга
5	Поли+Сетка+TiO ₂	полипропилен, сетчатый материал, порошок двуокиси титана
6	Поли+Сетка+TiO ₂ +Me	полипропилен, сетчатый материал, порошок двуокиси титана, металлическая фольга
7	Поли+Хб+TiO ₂ +Глиц	полипропилен, хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана, глицерин
8	Поли+Хб+TiO ₂ +NaCl	полипропилен, хлопчатобумажная ткань, порошок двуокиси титана, поваренная соль, растворенная до максимальной концентрации

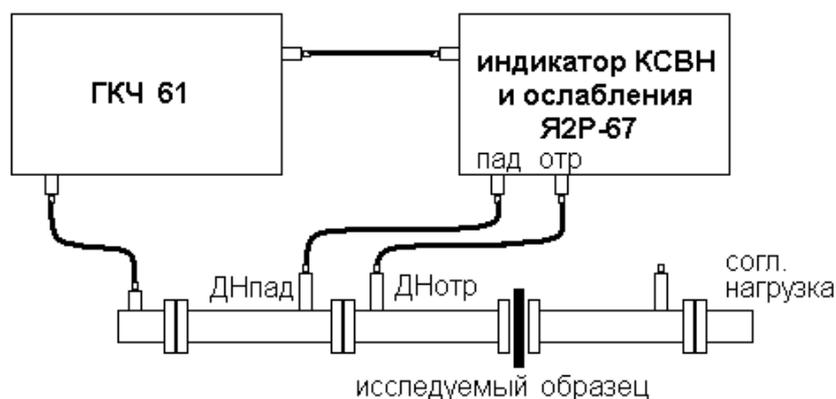


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки для определения эффективности экранирования исследуемых поглотителей

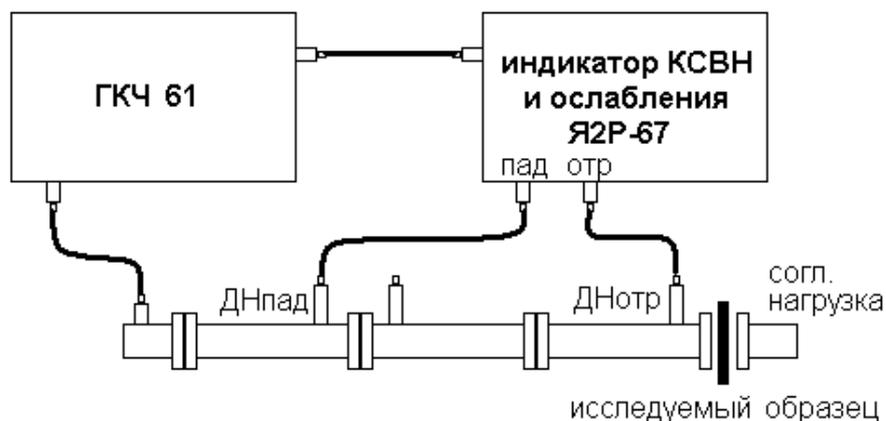


Рис. 2. Структурная схема экспериментальной установки для определения коэффициента отражения исследуемых поглотителей

Результаты и обсуждения

Результаты исследований представлены на рис. 3, 4

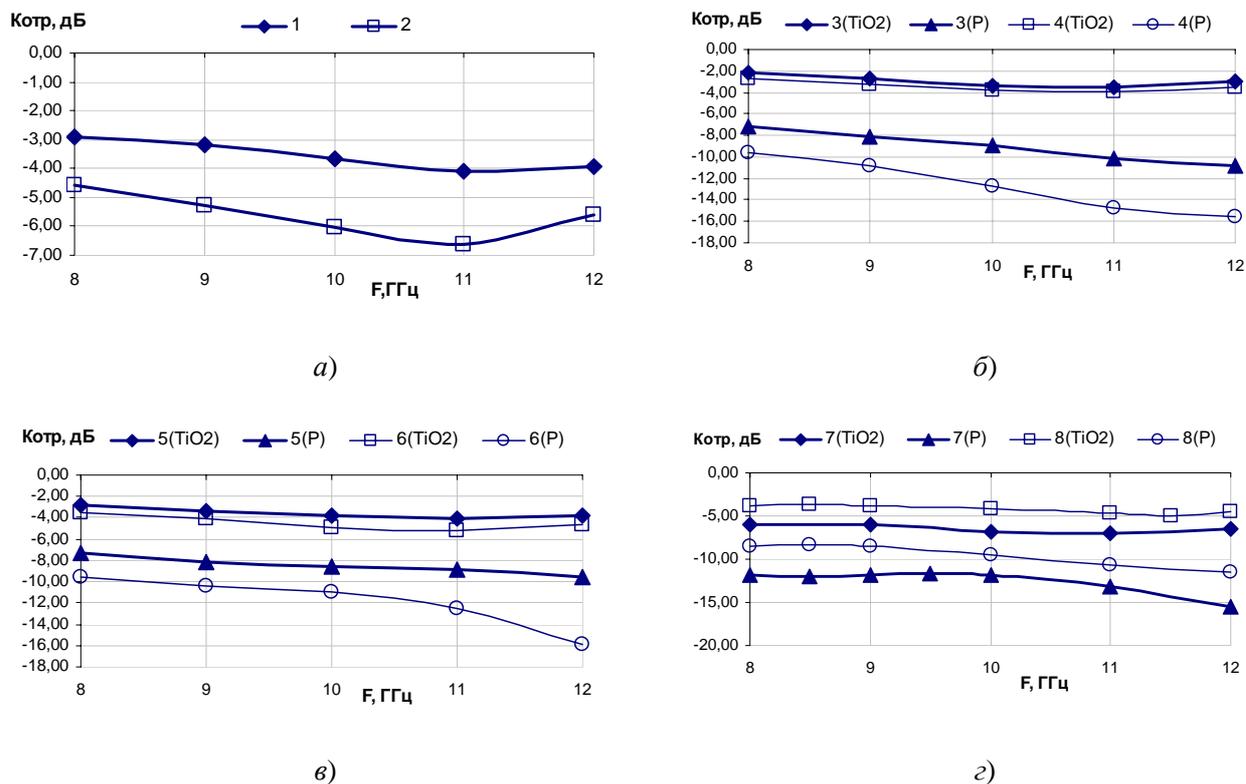


Рис. 3. Зависимости коэффициентов отражения исследуемых образцов от частоты: а) образцы Хб+TiO₂ и Хб+TiO₂+Ме; б) образцы Поли+Хб+TiO₂ и Поли+Хб+TiO₂+Ме; в) образцы Поли+Сетка+TiO₂ и Поли+Сетка+TiO₂+Ме; г) образцы Поли+Хб+TiO₂+Глиц и Поли+Хб+TiO₂+NaCl стороны порошка двуокиси титана (TiO₂) и со стороны полипропилена (P) соответственно

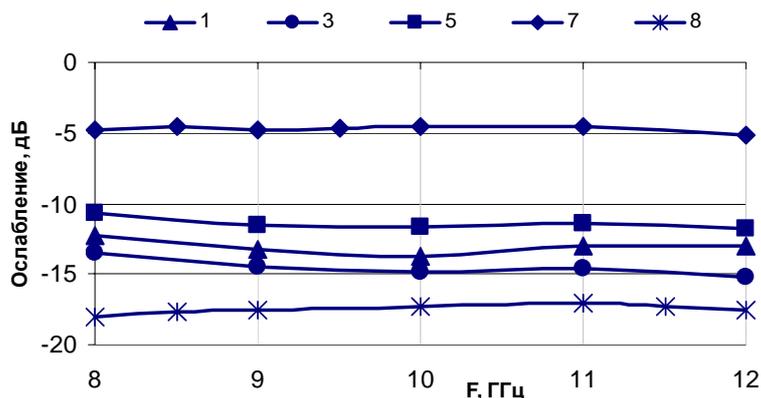


Рис. 4. Зависимость ослабления электромагнитного излучения исследуемых образцов от частоты

Зависимости ослабления электромагнитных волн образцов с металлической фольгой не представлены на графиках, так как наличие металла увеличивает ослабление образцов до величины, превышающей предел измерения прибора Я2Р – 67 (40 дБ).

Наличие полипропилена и маскировочной сети значительно не изменяет характер и величину ослабления ЭМИ образцов (1, 3, 5). Значение ослабления лежит в пределах $-10 \dots -15$ дБ. В данном случае ослабление обусловлено слоем распределенного по объему образца водного жидкостного наполнителя. Незначительно влияние этих элементов конструкции и на коэффициент отражения электромагнитной волны от поверхности образца $-2 \dots -6$ дБ. Образец, заполненный глицерином, позволяет получить ослабление в интервале $-4,8 \dots -5,2$ дБ и коэффициент отражения $-6 \dots -7$ дБ. Это объясняется низким взаимодействием электромагнитной волны с глицерином. Наличие концентрированного раствора NaCl позволяет увеличить ослабление до -18 дБ, но коэффициент отражения при этом лежит в пределах $-3 \dots -4$ дБ. Такая зависимость обусловлена высокой проводимостью образца за счет использования раствора NaCl.

Измерения образцов, содержащих в своем составе полипропилен, показали наличие различия в коэффициентах отражения электромагнитной волны со стороны полипропилена и порошка двуокиси титана. Коэффициент отражения со стороны полипропилена в 2–4 раза меньше коэффициента отражения со стороны двуокиси титана для одного и того же образца. Такая зависимость может быть обусловлена образованием сплошного слоя коллоидной двуокиси титана с одной стороны образца (сторона TiO_2) и распределенного поглощающего слоя со стороны полипропилена.

Выводы

В результате проведенной работы показано, что использование в качестве поглотителя ЭМИ комбинированной конструкции на основе диоксида титана позволяет получить величину ослабления не менее -10 дБ в диапазоне частот от 8 ГГц до 12 ГГц. Для получения коэффициента отражения поглотителя равного -8 дБ и ниже в его состав может быть введен слой полипропилена. Использование металлической фольги в составе поглотителя увеличивает ослабление электромагнитной волны до величины -40 дБ и более, но при этом ухудшаются эксплуатационные характеристики устройства. Варьируя составом и концентрацией наполнителей (глицерин, NaCl), возможно получить поглотители с различными экранирующими характеристиками.

USE OF TITANIUM DIOXIDE IN ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER

I.S. THERAKH

Abstract

It is shown, that using of different liquid fillers in combine electromagnetic wave absorber based on titanium dioxide make possible to change its absorption and reflection characteristics.

Литература

1. *Мырова Л.О., Чепиженко А.З.* Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. М., 1988.
2. *Киндяков П.С., Плющев В.Е., Степина С.Б. и др.* Химия редких и рассеянных металлов / Под ред. К.А. Большакова, М., 1965.
3. *Шахно И.В., Шевцова З.Н., Федоров П.И. и др.* Химия и технология редких и рассеянных элементов. Под ред. К.А. Большакова: Учеб. пособие для вузов. М., 1976.
4. Гибкие конструкции экранов электромагнитного излучения / Л.М. Лыньков, В.А. Богуш, В.П. Глыбин и др. Мн., 2000.