

2. Статистический отчет ИП «Велком» с 2012 по 2015 год.
 3. Официальный сайт провайдер «Телфин». Режим доступа: <http://www.telphin.ru>.
 4. ETS 300 343 «Integrated Services Digital Network (ISDN); Signalling interworking specification for ISDN User Part (ISUP) version 1».
 5. 3GPP TS 24.229 «IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3».
-

ПАНЕЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗЕ ПИРАМИДАЛЬНОЙ ФОРМЫ

Х.А.Э. АЙАД, А.М.А. МОХАМЕД, Т.А. ПУЛКО, Л.М. ЛЫНЬКОВ

*Учреждение образования «Белорусский
государственный университет информатики и радиоэлектроники»*

Предложены комбинированные панели пирамидальной формы, с покрытиями на основе углеродсодержащих порошкообразных наполнителей в водно-дисперсионном составе «Агнитерм».

Для защиты жилых, промышленных и выделенных помещений от электромагнитного загрязнения, необходимо создание универсальных композиционных покрытий для конструкций экранов ЭМИ, ослабляющих электромагнитное излучение СВЧ диапазона, экологически совместимых с человеческим организмом, обладающих пониженными стоимостью и массогабаритными характеристиками, что являлось целью проведенных исследований. Помимо высоких поглощающих свойств растворного и порошкообразного наполнителей в диапазоне СВЧ снижение коэффициента отражения достигается также за счет формирования геометрических неоднородной поверхности экрана, что приводит к возникновению многочисленных переотражений в объеме экрана и затуханию энергии ЭМИ.

На настоящий момент перспективным является создание экранов электромагнитного излучения на основе композиционных материалов, содержащих порошкообразные углеродсодержащие и растворные наполнители. Для этих целей используются различные модификации углерода: аморфный углерод, графит, углеродные нанотрубки и др. Учитывая широкополосность характеристик поглощения ЭМИ СВЧ водой и водными растворами, на основе компонентов с магнитными и диэлектрическими потерями, предложено разработать композиционный экран ЭМИ в виде панелей пирамидальной формы на основе целлюлозы с комбинированным покрытием на основе технического углерода и древесного угля.

Использование в качестве материала основы целлюлозы обусловлено высокой впитывающей способностью, воздухопроницаемостью, гигроскопичностью, что обуславливается капиллярно-пористым коллоидным характером ее структуры [1]. В качестве порошкообразных наполнителей для синтеза экранирующего композиционного покрытия были предложены — древесный уголь и технический углерод. Древесный уголь является экологически чистым природным сорбентом, микропористым высокоуглеродистым продуктом. Технический углерод — высокодисперсное углеродистое вещество, отличающееся турбостратным (разориентированным) строением частиц, органомфильностью их

поверхности, широким интервалом размеров первичных частиц и их агрегатов, разнообразием форм распределения частиц, способностью формировать вторичную пространственную структуру [2]. Для увеличения эффективности поглощения электромагнитного излучения при синтезе покрытия использовался нетоксичный, гигроскопичный раствор хлористого кальция CaCl_2 .

Для реализации поставленной цели были сформированы образцы панелей электромагнитной защиты пирамидальной формы с площадью основания $0,4 \times 0,4 \text{ м}^2$ и высотой пирамидальных элементов (полых внутри) порядка $0,45 \text{ м}$, что коррелирует с рабочими длинами волн разработанной конструкции. В качестве связующего компонента покрытия использовался водно-дисперсионный состав «АгниТерм М». Огнестойкое покрытие «АгниТерм М» обеспечивает пассивную противопожарную защиту путем образования под воздействием высокой температуры трудногорючего пенообразного термоизолирующего слоя (кокса).

Измерение экранирующих характеристик проводилось на автоматизированном измерителе модуля коэффициентов передачи и отражения SNA 0.01–18 в диапазоне частот $0,7 \dots 3,0 \text{ ГГц}$. Ослабление, вносимое исследуемым образцом, определяется отношением напряженностей волн, падающей и прошедшей через образец. Коэффициент отражения R характеризует долю падающей энергии ЭМИ, отраженную от образца.

Коэффициент передачи для образца № 1 (массовая доля технического углерода 10 %) имеет минимальные значения ($-3,1 \dots -8,2 \text{ дБ}$), при увеличении концентрации углерода в составе краски коэффициент передачи увеличивается, для образца № 2 (массовая доля технического углерода 30 %) $-0,3 \dots -3,4 \text{ дБ}$, для образца № 3 (массовая доля технического углерода 50 %) $-0,4 \dots -4,2 \text{ дБ}$. Коэффициент отражения для всех образцов одинаковый и составляет $-0,5 \dots -19,5 \text{ дБ}$ (рисунок 1).

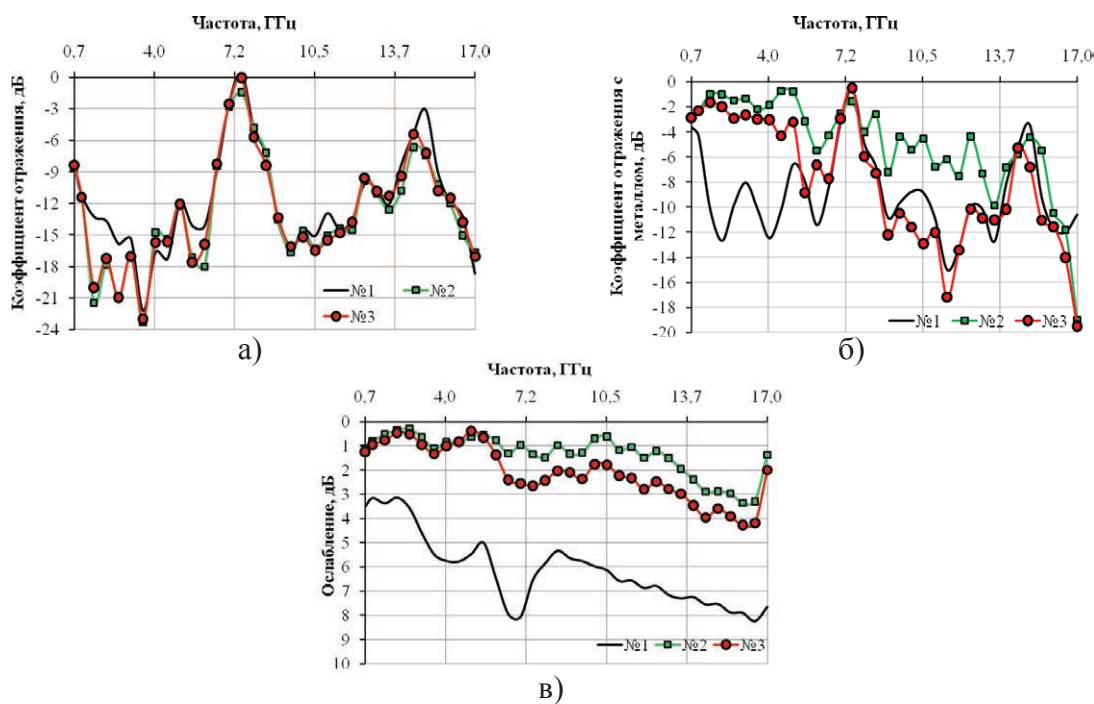


Рис. 1. Частотная зависимость экранирующих характеристик образцов панелей электромагнитной защиты на основе технического углерода на целлюлозе пирамидальной формы в частотном диапазоне $0,7 \dots 17,0 \text{ ГГц}$: а) коэффициент отражения; б) коэффициент отражения с металлом; в) ослабление

При увеличении концентрации углерода в составе огнестойкой краски коэффициент отражения, измеренный с металлическим отражателем за образцом, увеличивается. Для образца № 1 (массовая доля технического углерода 10 %) коэффициент отражения имеет значения порядка $-0,6 \dots -22,1$ дБ, для образца № 2 (массовая доля технического углерода 30 %) $-0,7 \dots -11,8$ дБ, для образца № 3 (массовая доля технического углерода 50 %) значения коэффициента отражения изменяются от $-0,5$ дБ до $-19,5$ дБ с резонансом на частотах $5 \dots 7$ ГГц.

На основании полученных зависимостей ослабления ЭМИ от частоты было установлено, что образцы с покрытиями на основе древесного угля (образец 4) в диапазоне $0,7 \dots 3,0$ ГГц характеризуются значениями ослабления ЭМИ в пределах $2,0 \dots 17,0$ дБ (рисунок 2). Причем разница в значениях ослабления ЭМИ в зависимости от состава наполнителя находится в пределах $2,0$ дБ. Установлено, что значение коэффициента отражения ЭМИ находится в пределах $-4,0 \dots -22$ дБ на частотах $0,7 \dots 3,0$ ГГц независимо от состава покрытий, что определяется пирамидальной поверхностью образцов. В режиме короткого замыкания в диапазоне частот $0,7 \dots 1,5$ ГГц наблюдается значительный разрыв в значениях коэффициентов отражения ЭМИ. Так, для покрытий с использованием древесного угля в составе покрытия значение коэффициента отражения ЭМИ находится в пределах $-8,0 \dots -26,0$ дБ, тогда как для образцов с комбинированным покрытием (древесный уголь, TiO_2) значения коэффициента отражения находятся в пределах $-2,0 \dots -10,0$ дБ.

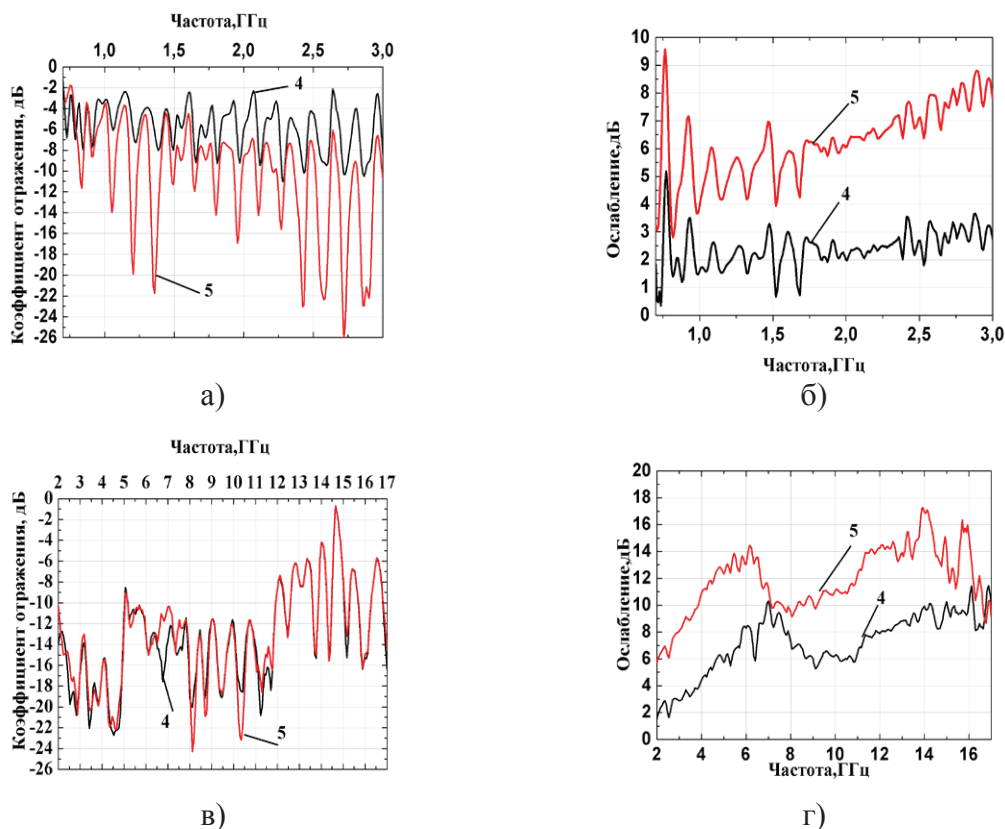


Рис. 2. Частотная зависимость экранирующих характеристик образцов панелей электромагнитной защиты на основе древесного угля на целлюлозе пирамидальной формы в частотном диапазоне $0,7 \dots 3,0$ ГГц: а) коэффициент отражения; б) ослабление и в диапазоне $2,0 \dots 17,0$ ГГц: а) коэффициент отражения; б) ослабление

С увеличением частоты в диапазоне частот 2,0...17,0 ГГц наблюдается значительное увеличение значений ослабления ЭМИ в пределах 2,0...10,0 дБ для группы образцов с покрытием из комбинированного порошкообразного наполнителя (древесный уголь, TiO₂) (рисунок 2). Для группы образцов покрытия с использованием порошкообразного наполнителя (древесный уголь) значения ослабления ЭМИ находятся в пределах 6,0...14 дБ во всем исследуемом диапазоне частот 2,0...17,0 ГГц.

Таким образом, пирамидальная конструкция влагосодержащих экранов с разработанными комбинированными покрытиями на основе древесного угля позволяет повысить эффективность экранирования ЭМИ в частотном диапазоне 2,0...8,0 ГГц в среднем на 10,0 дБ по сравнению с экраном с плоской, что можно учесть при создании высокоэффективных экранов и поглотителей ЭМИ диапазона СВЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые материалы для экранов электромагнитного излучения / Л. М. Лыньков [и др.] // Доклады БГУИР. — 2004. — Т. 2, № 5. — С. 152–167.
2. *Ruddick W. Tech Service: Carbon black dispersion measurement / W. Ruddick // Rubber World. — 2006. — Vol. 233, № 4. — P. 15.*

ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ЭКРАНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ

Н. В. НАСОНОВА, И. А. ГРАБАРЬ, Л. М. ЛЫНЬКОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Отдельным направлением, связанным с побочными электромагнитными излучениями (ЭМИ) средств вычислительной техники, является необходимость создания мобильных средств для обеспечения защиты информации от утечки через каналы ПЭМИ. При этом широко применяются радиопоглощающие материалы, локально перераспределяющие энергию ЭМИ. Возможность программно управлять генерацией электромагнитного излучения компьютера без внедрения аппаратных закладных устройств [1] создает угрозу возникновения дополнительного канала утечки конфиденциальной информации, который сложно поддается контролю.

Исходя из отклика воды на электромагнитное излучение в широкой области частот миллиметрового диапазона, экраны и радиопоглотители, эффективно поглощающие электромагнитную энергию в диапазоне СВЧ, охватывающим частотную область информативных побочных излучений технических средств обработки информации. Вода представляет собой полярный диэлектрик с максимумом потерь в диапазоне СВЧ и поглощение ЭМИ водой обуславливается работой электромагнитной энергии на ориентацию диполей молекул воды в соответствии с линиями внешнего электрического поля.

Целью работы являлось разработка широкополосных экранов электромагнитного излучения на основе влагосодержащих композитов.

Для размещения воды и водных растворов предложено применять высокопористые сорбенты на основе волокнистых, порошковых материалов, химических соединений.