

УДК 621.37

МНОГОСЛОЙНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ОСНОВЕ ФОЛЬГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ СВЧ- И ТЕПЛОВЫХ ПОМЕХ

О.В. Бойправ, В.В. Лобунов

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», Минск, Беларусь*

Аннотация. Представлена технология изготовления многослойных электромагнитных экранов с использованием фрагментов алюминий- или медьсодержащих фольгированных материалов. Приведены закономерности изменения температуры лицевых и оборотных поверхностей таких экранов в зависимости от соотношения между суммарной площадью участков поверхностей, покрытых такими фрагментами, и суммарной площадью участков поверхностей, не покрытых такими фрагментами. Согласно этим закономерностям, при увеличении с 50,0 до 75,0 % указанного соотношения температура лицевой поверхности рассматриваемых экранов, изготовленных с использованием фрагментов алюминийсодержащих фольгированных материалов, увеличивается с $45,0 \pm 1,0$ °C до $50,0 \pm 1,0$ °C, а оборотной – снижается с $36,0 \pm 1,0$ °C до $34,0 \pm 1,0$ °C (в условиях воздействия на такие экраны электромагнитного излучения ИК-диапазона длин волн, температура поверхности источника которого составляет $70,0 \pm 2,0$ °C (температура воздуха – $20,0 \pm 1,0$ °C)). У рассматриваемых экранов, изготовленных с использованием фрагментов медьсодержащих фольгированных материалов, при указанных условиях температура лицевой и оборотной поверхностей соответственно увеличивается с $43,0 \pm 1,0$ °C до $47,0 \pm 1,0$ °C и снижается с $35,0 \pm 1,0$ °C до $33,0 \pm 1,0$ °C. Показано, что исследованные экраны характеризуются значениями коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц, изменяющимся в пределах от –30,0 до –40,0 дБ. Эти экраны представляются перспективными для использования в целях защиты средств обработки информации от воздействия СВЧ- и тепловых помех.

Ключевые слова: алюминийсодержащий фольгированный материал; медьсодержащий фольгированный материал; тепловая помеха; технология; электромагнитный экран.

MULTILAYER ELECTROMAGNETIC SHIELDS BASED ON FOILED MATERIALS FOR PROTECTING INFORMATION PROCESSING EQUIPMENT FROM UHF AND THERMAL INTERFERENCE

O.V. Boiprav, V.V. Lobunov

*Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics",
Minsk, Belarus*

Abstract. The technology of manufacturing multilayer electromagnetic shields using fragments of aluminum- or copper-containing foiled materials is presented. The regularities of temperature change of front and back surfaces of such shields are given depending on the ratio between the total area of surface sections covered by such fragments and the total area of surface sections not covered by such fragments. According to these regularities, with an increase from 50.0 to 75.0% of the specified ratio, the temperature of the front surface of the considered shields, manufactured using fragments of aluminum-containing foiled materials, increases from 45.0 ± 1.0 °C to 50.0 ± 1.0 °C, and the back surface temperature decreases from 36.0 ± 1.0 °C to 34.0 ± 1.0 °C (under conditions of exposure of such shields to electromagnetic radiation of the IR wavelength range, the surface temperature of the source of which is 70.0 ± 2.0 °C (air temperature is 20.0 ± 1.0 °C)). In the considered shields, manufactured using fragments of copper-containing foiled materials, under the specified conditions the temperature of the front and back surfaces increases from 43.0 ± 1.0 °C to 47.0 ± 1.0 °C and decreases from 35.0 ± 1.0 °C to 33.0 ± 1.0 °C, respectively. It's shown that the investigated shields are characterized by of the electromagnetic radiation transmission coefficient values in the frequency range of 0.7–17.0 GHz, varying within the limits from –30.0 to –40.0 dB. These shields appear promising for use in protecting information processing equipment from the effects of UNF and thermal interference.

Keywords: aluminum-containing foiled material; copper-containing foiled material; thermal interference; technology; electromagnetic shield.

Введение

Одним из мероприятий, реализуемых в целях обеспечения информационной безопасности, является защита средств обработки информации от внешних электромагнитных помех. Выделяют условно два подхода к реализации такого мероприятия:

- 1) размещение средств обработки информации от потенциальных источников помех на расстоянии, на котором амплитуда последних характеризуется значением, сопоставимым со значением амплитуды фоновое электромагнитного излучения;
- 2) размещение между средством обработки информации и потенциальными источниками помех электромагнитного экрана.

Второй из вышепредставленных подходов на практике применяется чаще, чем первый. Это обусловлено тем, что потенциальные источники электромагнитных помех для средств обработки информации и сами такие средства располагаются в пределах одного помещения или в пределах смежных помещений, параметры границ которого (которых) меньше расстояния, удовлетворяющего условию, соответствующему первому из вышепредставленных подходов. Обозначенная особенность является одной из причин развития на высоком уровне исследований, посвященных разработке и совершенствованию технологий изготовления электромагнитных экранов [1].

Цель исследования, результаты которого представлены в статье, состояла в экспериментальном обосновании технологии изготовления многослойных электромагнитных экранов, обеспечивающих эффективное снижение энергии электромагнитного излучения СВЧ- и ИК-диапазонов длин волн. Основное преимущество таких экранов по сравнению с их аналогами заключается в том, что с их использованием можно обеспечивать защиту средств обработки информации и других радиоэлектронных средств не только от СВЧ-помех, но и от тепловых помех.

Основная часть

Разработанная технология включает в себя следующие операции.

1. Откраивание четырех однообразных фрагментов синтетического нетканого материала, размеры и форма которых соответствуют размерам и форме изготавливаемого электромагнитного экрана.

2. Откраивание фрагментов алюминий- или медьсодержащего фольгированного материала, длина и ширина которых не превышают соответственно 3,0 и 1,0 см, а суммарная площадь – 60,0 % от площади фрагментов, откромленных в результате реализации операции 1.

3. Равномерное хаотичное распределение фрагментов, откромленных в результате реализации операции 2, по поверхности одного из фрагментов, откромленных в результате реализации операции 1.

4. Расположение другого из фрагментов, откромленных в результате реализации операции 1, поверх фрагментов, распределенных в результате реализации операции 3.

5. Выдерживание конструкции, полученной в результате реализации операций 2–4, в термопрессе в течение 10,0 мин при температуре ~ 250,0 °С.

6. Повтор операций 2–5.

7. Ниточное соединение по периметру конструкции, полученной в результате реализации операций 2–5, и конструкции, полученной в результате реализации операции 6.

В соответствии с разработанной технологией были изготовлены шесть видов образцов экранов. Образцы каждого из вида отличались значением *C* и типом

фрагментов фольгированных материалов, с использованием которых они были изготовлены, где C – это соотношение между суммарной площадью участков поверхности образца, покрытых указанными фрагментами, и суммарной площадью участков поверхностей, не покрытых такими фрагментами, %. Характеристики изготовленных образцов экранов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики изготовленных образцов экранов
Table 1. Characteristics of manufactured shields samples

Наименование образцов экранов	Тип фрагментов фольгированных материалов, с использованием которых были изготовлены образцы экранов	C , %
Образцы типа 1	Алюминийсодержащие фрагменты	50,0
Образцы типа 2		65,0
Образцы типа 3		75,0
Образцы типа 4	Медьсодержащие фрагменты	50,0
Образцы типа 5		65,0
Образцы типа 6		75,0

С использованием вышепредставленных образцов выполнены исследования, направленные на установление закономерностей изменения температуры лицевой и оборотной поверхностей экранов, изготовленных в соответствии с разработанной технологией, в зависимости от характерного для них значения C . Эти исследования выполнены согласно методике, представленной в работе [2]. Условия проведения исследований были следующими:

- температура поверхности использованного источника ИК-излучения – $70,0 \pm 2,0$ °С;
- продолжительность воздействия ИК-излучения на образец – $60,0 \pm 1,0$ мин.
- температура воздуха – $20,0 \pm 1,0$ °С.

Полученные по результатам проведенных исследований графические зависимости представлены на рис. 1.

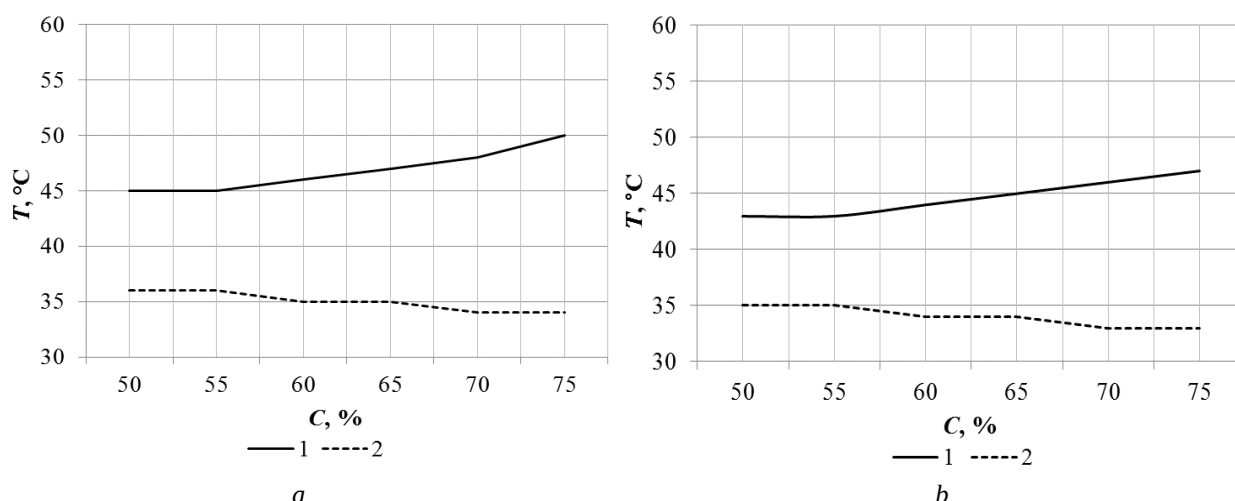


Рис. 1. Зависимости температуры лицевой (кривая 1) и оборотной (кривая 2) поверхностей образцов типов 1–3 (a) и образцов типов 4–6 (b) от соотношения C

Fig. 1. Dependences of the temperature of the front (curve 1) and back (curve 2) surfaces of the samples types 1–3 (a) and the samples types 4–5 (b) on the ratio C

Из рис. 1 следует, что в результате увеличения с 50,0 до 75,0 % значения C , характерного для электромагнитных экранов, изготовленных в соответствии с разработанной технологией с использованием фрагментов алюминийсодержащих

фольгированных материалов, температура их лицевой поверхности увеличивается с $45,0 \pm 1,0$ °C до $50,0 \pm 1,0$ °C, а оборотной – снижается с $36,0 \pm 1,0$ °C до $34,0 \pm 1,0$ °C при условиях, в которых проводились исследования. При аналогичных условиях температура лицевой и оборотной поверхностей электромагнитных экранов, изготовленных в соответствии с разработанной технологией с использованием фрагментов медьсодержащих фольгированных материалов, соответственно увеличивается с $43,0 \pm 1,0$ °C до $47,0 \pm 1,0$ °C и снижается с $35,0 \pm 1,0$ °C до $33,0 \pm 1,0$ °C.

В соответствии с методикой, представленной в работе [3], установлено, что электромагнитные экраны, изготовленные в соответствии с разработанной технологией, характеризуются значениями коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц, изменяющимся в пределах от –30,0 до –40,0 дБ.

Заключение

Таким образом, электромагнитные экраны, изготовленные в соответствии с разработанной технологией, представляются перспективными для использования в целях защиты средств обработки информации от воздействия СВЧ- и тепловых помех. С применением таких экранов представляется рациональным изготавливать ширмы для зонирования помещений или для закрепления в дверных или оконных проемах последних.

Список использованных источников

1. Shi Y., Wu M., Ge S., Li J., Alshammari A.S., Luo J., et. al. (2024) Advanced Functional Electromagnetic Shielding Materials: A Review Based on Micro-Nano Structure Interface Control of Biomass Cell Walls. Nano- Micro Letters. 17, article number 3.
2. Бойправ О.В., Лобунов В.В., Лыньков Л.М., Аль-Машат Е.А.А. (2020) Исследование взаимодействия электромагнитного излучения инфракрасного диапазона длин волн с радиопоглотителями на основе металлосодержащих элементов. Авиационные материалы и технологии. 2 (59), 89–94.
3. Boiprav O., Ayad H., Abdaljlil S.A., Lynkou L., Abdulmawlay M. (2022) Charcoal- and Foil-Containing Materials for Radio Electronic Control Systems Protection from Electromagnetic Interferences. Proceedings of 2022 IEEE 21st International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering, STA 2022. 299–304.

References

1. Shi Y., Wu M., Ge S., Li J., Alshammari A.S., Luo J., et. al. (2024) Advanced Functional Electromagnetic Shielding Materials: A Review Based on Micro-Nano Structure Interface Control of Biomass Cell Walls. Nano- Micro Letters. 17, article number 3.
2. Boiprav O.V., Lobunov V.V., Lynkov L.M., Al-Mashat E.A.A. (2020) Study of the interaction of electromagnetic radiation of the infrared wavelength range with radio absorbers based on metal-containing elements. Aviation Materials and Technologies. 2 (59), 89–94 (in Russian).
3. Boiprav O., Ayad H., Abdaljlil S.A., Lynkou L., Abdulmawlay M. (2022) Charcoal- and Foil-Containing Materials for Radio Electronic Control Systems Protection from Electromagnetic Interferences. Proceedings of 2022 IEEE 21st International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering, STA 2022. 299–304.

Сведения об авторах

Бойправ О.В., канд. техн. наук, доц., зав. каф., учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», smu@bsuir.by.
Лобунов В.В., ст. преп., учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», lobunov@bsuir.by.

Information about the authors

Boiprav O., Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Head of the Department, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”, smu@bsuir.by.
Lobunov V.V., Senior Lecturer, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”, lobunov@bsuir.by.