



DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2022.3.4>

УДК 621.396.67

ББК 32.842

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Олеся Александровна Какорина

Кандидат физико-математических наук, доцент,
и. о. заведующего кафедрой информационной безопасности,
Волгоградский государственный университет
infsec@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Игорь Александрович Какорин

Студент, кафедра судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Александра Николаевна Панченко

Студент, кафедра судебной экспертизы и физического материаловедения,
Волгоградский государственный университет
sefm@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Совершенствование информационных технологий вызывает необходимость в решении различных задач защиты информации. К физическим средствам защиты информации, обрабатываемой объектами вычислительной техники, относятся радиопоглощающие материалы. Они препятствуют перехвату информации по электромагнитным излучениям и наводкам в линиях электропитания и заземления. Способность материала поглощать высокочастотное излучение зависит от его состава и структуры. В работе определены критерии для сравнения следующих радиопоглощающих покрытий на водной основе: токопроводящая краска (экранирующее покрытие), содержащая частицы серебра – Water Based Silver Conductive Coating MG Chemicals 842WB Super Shield; токопроводящая краска (экранирующее покрытие), содержащая частицы меди и серебра – Water Based Silver Coated Copper Conductive Coating MG Chemicals 843WB Super Shield; токопроводящая краска (экранирующее покрытие), содержащая никель – Water Based Nickel Conductive Coating MG Chemicals 841WB Super Shield. Были исследованы их свойства и преимущества, а также проведен их сравнительный анализ на основании выбранных критериев.

Ключевые слова: экранирующее покрытие, токопроводящая краска, радиопоглощающее покрытие, средство защиты информации, электромагнитные и радиочастотные помехи.

Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) с серебром MG Chemicals 842WB Super Shield на водной основе обеспечивает превосходное экранирование электромагнитных помех в архитектурных сооружениях и корпусах электроники.

Экранирующая краска с серебром 842WB Super Shield – это однокомпонентная полиуретановая система, пигментированная высокопроводящими серебряными чешуйками. Это экранирующее покрытие высыхает без нагрева и ее можно наносить без разбавления. Покрытие можно наносить различными способами – распылением или посредством валика, кисти. При высыхании покрытие имеет гладкую поверхность, высокую прочность, обладает хорошей адгезией к пластику, дереву, металлу и керамике; хорошее сцепление с сухими стенами. В дальнейшем его можно покрывать различными видами строительных красок.

Свойства и преимущества:

- применяется от защиты от электромагнитных волн в широком диапазоне частот;
- объемное удельное сопротивление $7,53 \times 10^{-5}$ Ом • см;
- нанесение различными способами (распыление, применение валика или кисти);
- не требует разбавления;
- хорошая адгезия к пластику и стенам сухой кладки (гипсокартону);
- можно красить строительными красками общего назначения;
- безопасна для тонких пластиков;
- высокая стойкость к воздействиям окружающей среды;
- не горючий материал;
- отсутствует токсичный запах;
- допускается транспортировка по воздуху;
- высыхание при комнатной температуре;
- применяется в строительных конструкциях из-за низкого и регулируемого содержания ЛОС.

Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) на водной основе, содержащая частицы меди и серебра, – MG Chemicals 843WB Super Shield применяется для экранирования от электромагнитных полей в архитектурных сооружениях и корпусах электроники. Используется в серверных комнатах.

Экранирующее покрытие на водной основе – MG Chemicals 843WB Super Shield – это однокомпонентная полиуретановая смесь, допированная высокопроводящими медными частицами, покрытыми атомами серебра. Экранирующее покрытие MG Chemicals 843WB Super Shield не требует дополнительной подготовки, не требует разбавления и дополнительного повышения температуры при высыхании. Токопроводящая краска MG Chemicals 843WB Super Shield хорошо ложится на поверхность с помощью кисти или валика, а также методом распыления. Покрытие после высыхания имеет высокую прочность, получается достаточно гладким, обладает высокой адгезией к пластику, дереву, металлу и керамике. При нанесении электропроводящей экранирующей краски MG Chemicals 843WB Super Shield на сухие стены наблюдается хорошее сцепление с поверхностью, после обработки поверхности данной краской при необходимости можно окрасить стандартными строительными красками.

Свойства и преимущества:

- экранирование от электромагнитных волн в широком диапазоне частот;
- объемное удельное сопротивление $6,82 \times 10^{-4}$ Ом • см;
- различные способы нанесения (распыление, контактное нанесение с использованием кисти или валика);
- не требует разбавления;
- хорошая адгезия к пластику и стенам сухой кладки (гипсокартону);
- можно красить строительными красками общего назначения;
- безопасна для тонких пластиков;
- высокая стойкость к воздействиям окружающей среды;
- не горючий материал;
- отсутствует токсичный запах;
- допускается транспортировка по воздуху;
- высыхание при комнатной температуре;
- применяется в строительных конструкциях, низкое и регулируемое содержание ЛОС.

Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) на водной основе с никелем MG Chemicals 841WB Super Shield разработана для подавления электромагнитных или радиочастотных помех в различных архитектурных конструкциях и электронике. Краска проста в

эксплуатации, сразу готова к применению, не требует дополнительной подготовки. Покрытие получается достаточно прочным из-за полиуретанового связующего вещества с высокочистыми никелевыми чешуйками, обеспечивающего длительную защиту.

Свойства и преимущества:

- экранирование от электромагнитных волн в широком диапазоне частот;
- различные способы нанесения (распыление, валик, кисть);
- не требует разбавления;
- хорошая адгезия к пластику и стенам сухой кладки (гипсокартону);
- можно красить строительными красками общего назначения;
- безопасна для большинства тонких пластиков;
- высокая стойкость к воздействию окружающей среды;
- не горючий материал;
- отсутствует токсичный запах;
- допускается транспортировка по воздуху;
- высыхание при комнатной температуре;
- низкое и регулируемое содержание ЛОС в размере 56 г/л.

Определение критериев оценки и их возможных значений для исследования РПП

При использовании радиопоглощающих покрытий (далее – РПП) рассматривают следующие характеристики:

- 1) уровень ослабления отраженного сигнала;
- 2) частотный диапазон работы;
- 3) экономичность конструкции при ее изготовлении и эксплуатации.

Все материалы уникальны по своим свойствам и структуре [1–4], но рассматривают

определенные рабочие значения для наиболее устоявшихся групп РПП. К базовым рабочим характеристикам относятся:

- 1) спектр частот – 300–37 500 МГц;
- 2) длина волн – 0,3–25 см;
- 3) магнитная проницаемость – от 1,26–10 Гн/м;
- 4) диапазон рабочих температур – от –40 до 60 °С;
- 5) масса – 200–300 г на 1 м кв.

Исходя из вышесказанного, можно выделить несколько наиболее важных критериев выбора РПП, раскрытых в таблице.

Критерии выбора РПП:

1. Удельная магнитная проницаемость < 1,0.
2. Адгезия к поликарбонату.
3. Адгезия к поливинилхлориду.
4. Адгезия к нейлону.
5. Адгезия к нержавеющей стали.
6. Малое удельное объемное сопротивление.
7. Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 10 ГГц – 18 ГГц.
8. Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 10 кГц – 100 кГц.
9. Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 100 кГц – 1 МГц.
10. Широкий диапазон рабочих температур.
11. Широкий диапазон кратковременных температур.
12. Хранение при отрицательной температуре.

Заключение

В ходе исследования были определены критерии для оценки и сравнения радиопоглощающих покрытий. Были изучены их свойства и преимущества, а также проведен их сравнительный анализ на основе выбранных критериев.

Сравнительная характеристика РПП

№ п/п	Критерии	Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) на водной основе с частицами серебра WATER BASED SILVER CONDUCTIVE COATING MG CHEMICALS 842WB SUPER SHIELD	Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) на водной основе с частицами меди и серебра WATER BASED SILVER COATED COPPER CONDUCTIVE COATING MG CHEMICALS 843WB SUPER SHIELD	Токопроводящая краска (экранирующее покрытие) на водной основе с частицами никеля WATER BASED NICKEL CONDUCTIVE COATING MG CHEMICALS 841WB SUPER SHIELD
1	Удельная магнитная проницаемость <1,0	+	+	–
2	Адгезия к поликарбонату	+	+	+
3	Адгезия к поливинилхлориду	+	+	+
4	Адгезия к нейлону	+	+	+
5	Адгезия к нержавеющей стали	+	–	+
6	Малое удельное объемное сопротивление	+	+	–
7	Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 10 ГГц – 18 ГГц	+	–	–
8	Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 10 кГц – 100 кГц	+	+	+
9	Высокая экранирующая способность в диапазоне частот 100 кГц – 1 МГц	+	+	–
10	Широкий диапазон рабочих температур	+	+	+
11	Широкий диапазон кратковременных температур	+	+	+
12	Хранение при отрицательной температуре	–	+	+

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бибииков, С. Б. Диэлектрические свойства и СВЧ-проводимость пористых радиопоглощающих материалов / С. Б. Бибииков, О. Н. Смольникова, М. В. Прокофьев // Радиотехника. – 2011. – № 3. – С. 62–71.
2. Казанцева, Н. Е. Перспективные материалы для поглотителей электромагнитных волн сверхвысокочастотного диапазона / Н. Е. Казанцева, Н. Г. Рывкина, И. А. Чмутин // Радиотехника и электроника. – 2003. – Т. 48, № 2. – С. 196–209.
3. Разработка радиопоглощающего покрытия для решения задач информационной безопасности / О. А. Какорина [и др.] // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сб. тр. Междунар. науч. конф. – Воронеж : Науч.-исслед. публ., 2021. – С. 1521–1524.
4. Розанов, К. Н. Применение нелинейных и активных материалов для создания широкополосных радиопоглотителей / К. Н. Розанов, Е. А. Пре-

ображенский // Успехи современной радиоэлектроники. – 2003. – № 3. – С. 26–40.

REFERENCES

1. Bibikov S.B., Smolnikova O.N., Prokofiev M.V. Dielektricheskie svojstva i SVCh-provodimost poristykh radiopogloshhajushhih materialov [Dielectric Properties and Microwave Conductivity of Porous Radio-Absorbing Materials]. *Radiotekhnika* [Radio Engineering], 2011, no. 3, pp. 62-71.
2. Kazantseva N.E., Ryvkin N.G., Chmutin I.A. Perspektivnye materialy dlya poglotiteley elektromagnitnykh voln sverkhvysokochastotnogo diapazona [Promising Materials for Microwave Absorbers]. *Radiotekhnika i elektronika* [Journal of Communications Technology and Electronics], 2003, vol. 48, no. 2, pp. 173-184.
3. Kakorina O.A., Zaporotskova I.V., Kakorin I.A., Panchenko A.N. Razrabotka radiopogloshhajushhego pokrytija dlja reshenija zadach informacionnoj

bezopasnosti [Development of Radio-Absorbing Coating to Solve Information Security Problems]. *Aktualnye problemy prikladnoj matematiki, informatiki i mehaniki: sb. tr. Mezhdunar. nauch. konf.* [Current Problems of Applied Mathematics, Computer Science and Mechanics. Collection of Works of the International Scientific Conference], 2021, pp. 1521-1524.

4. Rozanov K.N., Preobrazhensky E.A. *Primenenie nelinejnyh i aktivnyh materialov dlja sozdaniya širokopolosnyh radiopoglotitelej* [Application of Nonlinear and Active Materials for Broadband Radio Absorbers]. *Uspehi sovremennoj radioelektroniki* [The Successes of Modern Radio Electronics], 2003, no. 3, pp. 26-40.

COMPARATIVE ANALYSIS OF RADIO-ABSORBING COATINGS

Olesya A. Kakorina

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor,
Acting Head of Information Security Department,
Volgograd State University
infsec@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Igor A. Kakorin

Student, Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Alexandra N. Panchenko

Student, Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,
Volgograd State University
sefm@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The development of information technologies necessitates the solution of various problems of information security. Physical means of protecting information processed by computer objects include radio-absorbing materials. They prevent the interception of information on electromagnetic radiation and interference in power supply and grounding lines. The general requirements for radar absorbent coatings are: a high level of attenuation of the reflected signal, a wide frequency range of operation and the cost-effectiveness of the structure during its manufacture and operation. The ability of a material to absorb high-frequency radiation depends on its composition and structure. The materials are quite diverse in their design and structure, and yet there are averaged performance indicators for the most established RPM groups. However, not every material can maintain performance under harsh external application conditions. The paper develops criteria for comparing the following radio-absorbing coatings: conductive paint (Shielding coating) with water-based silver Water Based Silver Conductive Coating MG Chemicals 842WB Super Shield™; Water Based Silver Coated Copper Conductive Coating MG Chemicals 843WB Super Shield™; Water Based Nickel Conductive Coating MG Chemicals 841WB Super Shield™. Their properties and advantages were investigated, and their comparative analysis was carried out on the basis of the selected criteria.

Key words: shielding coating, conductive paint, radio-absorbing coating, information security product, electromagnetic and radio frequency interference.