

EFFECT OF HEAT TREATMENT OF STRUCTURES OF POROUS ANODIC ALUMINA - ALUMINUM ON THE SHIELDING CHARACTERISTICS IN THE RADIO FREQUENCY RANGE

Vrublevsky I. A., Chernyakova K. V., Gorbachov D. V., Al-Dilami Ahmed A.,
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
6, P. Brovki St., Minsk, 220013 Belarus
Ph.: (375) 17-2938939, e-mail: vrublevsky@bsuir.edu.by

Abstract — The results of research of frequency dependence of the reflection coefficient and attenuation of EMR for heat treated structures of porous anodic alumina – aluminum in the frequency range of 8-12 GHz are given. It was found that heat treatment of samples at 650 °C resulted in decrease of the reflection coefficient of EMR up to values of –4,5 dB.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ СТРУКТУР ПОРИСТЫЙ АНОДНЫЙ ОКСИД АЛЮМИНИЯ – АЛЮМИНИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКРАНИРОВАНИЯ В РАДИОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ

Врублевский И. А., Чернякова К. В., Горбачев Д. В., Аль-Дилами Ахмед Али Абдуллах
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь
тел.: (375) 17-2938939, e-mail: vrublevsky@bsuir.edu.by

Аннотация — Приведены результаты исследования частотной зависимости коэффициента отражения и ослабления ЭМИ для термообработанных структур пористый анодный оксид алюминия – алюминий в диапазоне частот 8–12 ГГц. Обнаружено, что термическая обработка образцов при 650 °C приводила к уменьшению коэффициента отражения ЭМИ до значений –4,5 дБ.

I. Введение

Одним из основных направлений защиты информации является электромагнитное экранирование зданий и помещений, в которых расположены системы обработки информации. Возможность создания экранированного здания и помещения, обеспечивающего защиту информации и персонала от воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ), определяется в значительной мере свойствами применяемых экранирующих материалов. Ужесточение требований экологии и пожарной безопасности ставит задачи по разработке радиопоглощающих материалов с такими свойствами, как негорючесть, отсутствие вредных выделений, высокая механическая прочность [1].

Перспективным направлением в этой области является создание экранов электромагнитного излучения (ЭМИ) на основе структур пористый анодный оксид – алюминий [2]. Для эффективного экранирования и создания систем экранирования технических средств на основе структур пористый анодный оксид алюминия - алюминий (анодированный алюминий) необходимо установить закономерности взаимодействия ЭМИ с такими неоднородными структурами.

В настоящей работе представлены результаты исследований влияния термической обработки структур пористый анодный оксид алюминия - алюминий на их характеристики экранирования ЭМИ в диапазоне частот 8-12 ГГц.

II. Основная часть

Характеристики экранирования исследуемых структур в диапазоне частот 8...12 ГГц определяли с помощью панорамного измерителя ослабления и коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) Я2Р-67. Исследуемые образцы зажимали между фланцами волноводов и проводили измерения. Такой способ измерения ослабления ЭМИ при малой толщине образцов считали эквивалентным использованию измерительной ячейки.

Исходным материалом для изготовления образцов служил лист алюминия марки АМг 3 толщиной 1,0 мм. Пленку пористого анодного оксида алюминия толщиной 20,0 мкм формировали методом анодирования алюминия в двухэлектродной электрохимической ячейке в 0,3 М водном растворе щавелевой кислоты (COOH)₂ в гальваностатическом режиме. В качестве катода использовали пластину из нержавеющей стали. Процесс анодирования проводили при постоянной температуре 20±1 °C с интенсивным перемешиванием электролита. Источником тока служил потенциостат П5827М. Полученные образцы анодированного алюминия подвергались термической обработке на воздухе в интервале температур 500–650 °C с шагом 50 °C в муфельной печи в течение 1 ч. Морфологию поверхности пленок пористого анодного оксида алюминия, сформированных в растворе щавелевой кислоты, исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа JOEL 840A (SEM).

Анализ SEM снимков поверхности образцов показал, что пленки анодного оксида алюминия обладают упорядоченной пористой структурой с размером пор приблизительно 42 нм и расстоянием между ними 102 нм.

На рис. 1 приведена частотная зависимость коэффициента отражения ЭМИ для структур пористый анодный оксид алюминия – алюминий, подвергнутых различной термической обработке. Как видно из рисунка, исходные структуры пористый анодный оксид алюминия - алюминий имели высокий коэффициент отражения ЭМИ (порядка –0,2...–1,0 дБ). Термический отжиг образцов до 600 °C не приводил к изменению частотной зависимости коэффициента отражения ЭМИ. После термического отжига при 650 °C для структуры пористый анодный оксид алюминия – алюминий происходило заметное уменьшение коэффициента отражения, до значений –4,5 дБ. Возможной причиной этого эффекта может быть разло-

жение и окисление присутствующих углеродсодержащих компонент, а также изменение ближнего порядка атомов в анодном оксиде алюминия за счет удаления углеродсодержащих компонентов. Как показано в работе [3], процесс перехода из аморфного в кристаллическое состояние для анодного оксида алюминия начинается не при определенной температуре, а в интервале температур.

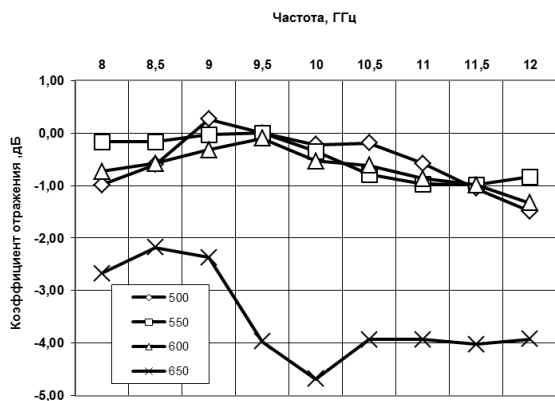


Рис. 1. Частотная зависимость коэффициента отражения ЭМИ для образцов анодированного алюминия, подвергнутых термической обработке в интервале температур 500-650 °С.

Fig. 1. The frequency dependence of the EMR reflection coefficient for samples of anodized aluminum heat treated in the temperature range 500-650 °C

На рис. 2 приведена частотная зависимость ослабления ЭМИ для структур пористый анодный оксид алюминия – алюминий, подвергнутых различной термической обработке.

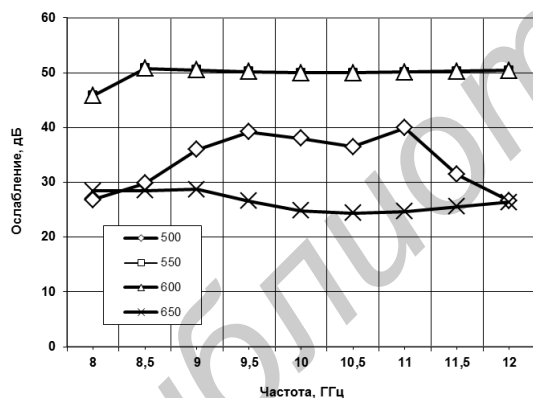


Рис. 2. Частотная зависимость ослабления ЭМИ для образцов анодированного алюминия, подвергнутых термической обработке в интервале температур 500-650 °С.

Fig. 2. The frequency dependence of attenuation of the EMR for samples of anodized aluminum heat treated in the temperature range of 500-650 °C

Как видно из рисунка, образцы с температурой термической обработки 500 °С имели ослабление 30...40 дБ, с температурой 550 °С и 600 °С – ослабление 50 дБ. Термическая обработка образцов при температуре 650 °С приводила к уменьшению ослабления ЭМИ до 25 дБ. С повышением температуры термической обработки ослабление ЭМИ для структур пористый анодный оксид алюминия – алюминий возрастало до значения 50 дБ при 550 и 600 °С. После термической обработки при температуре 650 °С ослабление ЭМИ уменьшалось до значения 25 дБ. Полученные результаты по влиянию температуры обработки на ослабление ЭМИ могут быть объяснены тем, что при термической обработке с температурой 650 °С возможно происходит окисление углеродсодержащих компонент в пленке пористого анодного оксида алюминия и начинаются изменения в ближнем порядке атомов алюминия и кислорода. Следует однако отметить, что анодный оксид алюминия, полученный в растворе щавелевой кислоты, остается аморфным до 840 °С, а процесс удаления углеродсодержащих компонентов не заканчивается даже после кристаллизации Al_2O_3 [3].

Основным применением для разрабатываемых стеновых панелей на основе анодированного алюминия могут являться такие задачи, как создание модульных помещений (по принципу «комната в комнате») для систем обработки информации, помещений для переговоров (выделенных и защищаемых помещений), экранированных полостей и боксов для средств обработки информации и средств обеспечения объекта информатизации.

III. Заключение

Термическая обработка до 600 °С структур пористый анодный оксид алюминия – алюминий не приводила к изменению частотной зависимости коэффициента отражения ЭМИ. Однако после термической обработки при 650 °С происходило заметное уменьшение коэффициента отражения, до значений –4,5 дБ.

Достигнутые значения коэффициента отражения позволяют рассматривать структуры пористый анодный оксид алюминия – алюминий с пористым оксидом алюминия, полученным в растворе щавелевой кислоты, как перспективный материал для создания многослойных стеновых панелей для экранирования электромагнитного излучения.

IV. References

- [1] Lynkov L.M., Borbotko T.V., Bogush V.A., Kolbun T.V. Constructions of flexible electromagnetic power absorbers of microwave range. *Doklady BSUIR*, 2003, pp. 92–101.
- [2] Al-Dilami Ahmed A., Vrublevsky I.A., Pykhir G.A., Chernyakova K.V. Electromagnetic shielding properties of the porous alumina arrays. *Francisk Scorina Gomel State University Proceedings*, 2014, No.3, pp. 156–159.
- [3] Mardilovich P.P., Govyadinov A.N., Mukhurov N.I., Rzhetskii A.M., Paterson R. New and modified anodic alumina membranes. Part I. Thermotreatment of anodic alumina membranes. *J. Membr. Sci.*, 1995, vol. 98, pp. 131–142.