

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАНОПОРИСТЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Смирнов Ю. В., Яхия Таха Аль-Адеми, Пулко Т. А.  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, Беларусь, 220013

**Аннотация** — Разработан полимерный влагосодержащий материал на основе сшитого полимерного гидрогеля, пропитанного раствором неорганической соли, помещённого в контейнеры из полиамидных плёнок. Получены частотные зависимости коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц под влиянием пониженных и повышенных температур (+50...-15°C).

## I. Введение

Эффективность большинства экранирующих средств основана на подавлении мощности излучения за счет проводящих, диэлектрических или магнитных включений, что приводит к использованию материалов с достаточно большим весом. Формирование водосодержащих композиционных материалов позволяет эффективно подавлять электромагнитное излучение в диапазоне свыше сотен мегагерц. Управление составом раствора позволяет получать различные коэффициенты поглощения и отражения энергии ЭМИ. Однако применение жидкой фазы накладывает некоторые ограничения, что приводит к усложнению процессов изготовления и эксплуатации экранирующих устройств на их основе [1].

Поэтому целью исследований является повышение стабильности таких материалов путем создания полимерных комплексов, с высокими абсорбирующими свойствами, экранирующие свойства которых сохраняют стабильность в течение длительного времени. Наиболее перспективным является создание multifunctional полимерных наноматериалов, реагирующих на незначительные изменения в окружающей среде прогнозируемыми изменениями своих коллоидно-химическими свойствами. Создание научных основ управления коллоидно-химическими свойствами гидрогелевых наноматериалов с оптимальными характеристиками является актуальной задачей.

## II. Результаты испытаний

Для экранирования ЭМИ было предложено использовать полимерный влагосодержащий материал, в качестве основы которого применяется сшитый нанопористый полимерный гидрогель (размер пор до  $10^{-7}$  м), представляющий собой дисперсную систему, состоящую из ячеек, разделенных областями полимера. Эти области, образующие стенки ячеек, составляют в совокупности каркас, который и является основой для формирования водосодержащего материала. Для исследования экранирующих характеристик созданных образцов элементов конструкций экранов использовались панорамные измерители КСВН и ослабления.

Полимерный гидрогель пропитывался водным раствором натриевой соли соляной кислоты, после чего посредством полиамидных контейнеров формировались водосодержащие полимерные матрицы толщиной 3 мм, для минимизации процесса десорбции раствора из объёма полимерного материала при колебаниях температуры.

Исследования показали, что введение неорганической соли в состав наноструктурированного полимерного гидрогеля позволяет стабилизировать влагосодержание полимерного материала на уровне 40...60% в течение не менее 120 дней, и, тем самым, обеспечить стабильность экранирующих характеристик в диапазоне 8,0...12,0 ГГц.

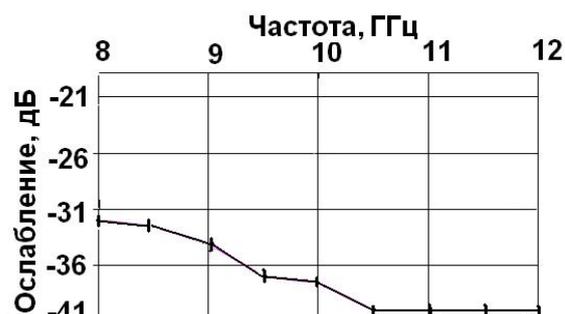


Рис. 1. Частотная зависимость ослабления ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц образцов водосодержащих полимерных матриц

Fig. 1. The frequency dependence of EMR loss of samples of water containing polymeric matrixes in 8.0 - 12.0-GHz range

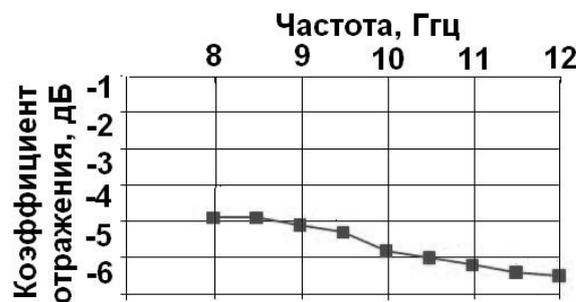


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц образцов водосодержащих полимерных матриц

Fig. 2. The frequency dependence of reflection coefficient of EMR in 8.0 - 12.0-GHz range of water containing polymeric matrixes

Ослабление ЭМИ образцами полимерных водосодержащих матриц в диапазоне 8,0...12,0 ГГц находится в пределах порядка -31,0...-41,0 дБ (рис.1) при коэффициенте отражения -4,0...-6,0 дБ (рис.2). При воздействии на исследуемые образцы ЭМИ происходит преломление ЭМВ от нанопористой поверхности гранул гидрогеля, а также рассеивание одной части электромагнитной энергии на границе раздела двух сред и поглощение другой в составе образца. Вследствие этого происходит снижение коэффициента отражения ЭМИ полученного композиционного материала, при этом характеристика отражения ЭМИ неравномерна в диапазоне частот.

### III. Интерпретация результатов испытаний

Показано, что использование нанопористого полимерного гидрогеля позволяет стабилизировать экранирующие характеристики при заполнении его раствором неорганической соли по сравнению с известными капиллярно-пористыми экранирующими материалами [3]. Характерным свойством пространственно сшитых полимерных гидрогелей является способность к ограниченному набуханию в воде и других полярных жидкостях, обратному процессу уменьшения объема гелей с выделением ранее сорбированной жидкости под действием изменений во внешней среде (рН, температура и др.).

Гидрогели в высокодисперсном состоянии позволяют придать им определенные свойства, отсутствующие или слабо выраженные у монолитных гидрогелей. Так, при переходе к полимерным микрогранулам удельная поверхность гидрогелей резко возрастает, что крайне важно с точки зрения управления различными каталитическими процессами. При уменьшении вдвое радиуса гидрогелевой микросферы скорость фазовых переходов (например, из скollapsed в набухшее состояние), увеличивается вчетверо [2].

Предлагаемый влагосодержащий полимерный материал характеризуется нанопористой структурой, которая позволяет влиять на процессы поглощения и отражения ЭМИ разработанными полимерными матрицами, в связи с изменениями их коллоидно-химических свойств при изменении уровня влагосодержания. Это позволяет говорить о создании материалов с управляемыми наноразмерными включениями в зависимости от задаваемых условий эксплуатации.

Размерность пор используемого полимерного гидрогеля препятствует выталкиванию молекул раствора из пор материала, тем самым сохраняя первоначальный уровень влагосодержания материала длительный период времени.

### IV. Заключение

Установлено, что полимерный влагосодержащий материал позволяет стабилизировать экранирующие характеристики ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц на уровне ослабления до -40дБ при коэффициенте отражения до -3 дБ. Показано, что пропитанные раствором гранулы нанопористого гидрогеля, сформированного в полимерные матрицы посредством полиамидной плёнки способны сохранять определённый уровень влагосодержания и стабильность экс-

плуатационных характеристик в течение не менее 120 дней.

### V. Список литературы

- [1] Гибкие конструкции экранов электромагнитного излучения / Лыньков Л. М., Боруш В. А., Глыбин В. П. и др. – Мн.: Доклады БГУИР. 2000г. – 284 с.
- [2] *Hydrogels for medical and related applications*, ed. by J. D. Andrade, N. Y., 1976 (Amer. Chem. Soc. Symp. Ser., № 31).
- [3] T. A. Pulko, N. V. Kolbun, L. M. Lynkov. Microwave radiation shielding effectiveness of composite liquid-containing materials in dependence on hygroscopic properties of the compounds // The 19<sup>th</sup> International Conference "Electromagnetic disturbances EMD 2009". Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Conference. September 23–25 2009, Bialystok, Poland, P.98 – 103.

## EFFICIENCY OF SHIELDING OF ELECTROMAGNETIC RADIATION BY NANOPOROUS POLYMEROUS MATERIALS

Smirnov U. V., Iahia Taha Al-Ademy, Pulko T. A.  
*Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics  
6, P. Brovki Str., Minsk, 220013, Belarus*

*Abstract* — Polymerous water-containing material based on the cross-linked polymerous hydrogel soaked in inorganic salt and put into the container made of polyamide films is designed. Frequency dependence on the reflectance coefficient of EMR is obtained in the range of 8.0...12.0 GHz at temperature range from minus 15 to plus 50 °C.

### I. Introduction

We aimed to make polymerous complexes with high absorptive properties that keep their shielding properties for a long time.

### II, III. Main Part

Shielding characteristics of the water-containing polymerous matrixes thickness of 3 mm were studied in the range of 8.0...12.0 GHz. Panoramic measuring instruments of the standing wave ratio and slackening were applied.

### IV. Conclusion

Polymerous water-containing materials allowed us to stabilize shielding characteristics in the range of 8.0...12.0 GHz at the level of slackening of -40 dB when the coefficient of reflectance was about -3 dB.