

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-21>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКРАНУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Левченко Л. О.

*доктор технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних
процесів і систем*

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Панова О. В.

*кандидат технічних наук, доцент,
завідуюча кафедри фізики*

Київський національний університет будівництва і архітектури

Тихенко О. М.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри екології*

*Національний авіаційний університет
м. Київ, Україна*

Підвищення електромагнітного навантаження внаслідок збільшення амплітуд і розширення частотного спектра електромагнітних полів технічних засобів, потребує проведення ґрунтовних досліджень щодо впливу електромагнітних полів різного походження на людей у виробничих умовах та побуті, а також розроблення інноваційних підходів щодо їх зниження до регламентованих рівнів. Ще у 1995 році Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) офіційно запровадила термін «глобальне електромагнітне забруднення». В той же час, медичні дослідження свідчать про негативний вплив на здоров'я людей електромагнітних полів малих напруженостей [1]. Це вимагає обґрунтування та розроблення відповідних заходів і засобів захисту людей у виробничих та побутових умовах. Найбільш ефективним методом зниження рівнів електромагнітних полів широко частотного

діапазону є екранування. Найбільш прийнятними на сьогоднішній день є композиційні екрануючі матеріали, основною перевагою яких є керованість коефіцієнтами екранування за рахунок зміни концентрації екрануючої речовини у матриці. Недоліки застосування композиційних матеріалів – складність технологій виготовлення та висока вартість. Тому актуальним завданням є розроблення високоефективних, ширококутових і зручних в експлуатації композиційних матеріалів для екранування окремих приміщень та частин будівель. Доцільно дослідити можливості вироблення і застосування екрануючих матеріалів на рідинних носіях. Такі матеріали є більш практичними під час нанесення на поверхні будь-якої форми з мінімальною кількістю відходів і регулюванням товщини захисного шару.

Останнім часом значна частина робіт присвячена розробленню композиційних матеріалів на різних основах, але найбільш прийнятними є рідинні захисні матеріали, які можна наносити на поверхні будь-якої форми з потрібною товщиною. Саме такий підхід використаний у роботі [2], де наведено результати досліджень композиції типу шпатлівки з вмістом вольфраму (70%), нікелю (18,6%) та вуглецю (11,4%). Але такий матеріал призначений для захисту від іонізуючих випромінювань і розроблений для заміщення свинцю. Розробка [3] і наведені коефіцієнти екранування свідчать про можливість виготовлення захисних шпатлівок та штукатурок введенням у них магнітного та діелектричного наповнювача. Але їх товщини – до 10 mm, а покриття двошарове. Це ускладнює практичне застосування і підвищує вартість робіт. Ґрунтовні дослідження [4] показали, що застосування дрібнодисперсного графіту та графітизованої сажі у якості наповнювача полімерної матриці забезпечує високі коефіцієнти екранування у широких смугах частот. У роботі [5] наведені результати досліджень реологічних та адсорбційних властивостей водно-дисперсних та синтетичних фарб на основі геополімерів. Все це надає підстави стверджувати, що такі фарби можливо використовувати у якості основи металовмісних композицій для екранування електромагнітних полів. Доцільним також є проведення досліджень щодо їх коефіцієнтів екранування електричних, магнітних та електромагнітних полів найбільш поширених частот.

Метою дослідження є дослідження захисних властивостей матеріалів на основі фарб з різним вмістом металеві субстанції.

Для зручності нанесення захисного матеріалу на поверхні у якості матриці було обрано готові фарби двох типів. Перша – акрилова

водно-дисперсійна фарба VD-AK-22W (Білорусь) ($\rho=1,03 \text{ g/cm}^3$), друга – геополімерна фарба МК 3/18-9.20 (Україна) ($\rho=1,15 \text{ g/cm}^3$). У якості екрануючого наповнювача використовувався дрібно-дисперсний концентрат залізної руди, отриманий методом флотації на Полтавському гірничозбагачувальному комбінаті (Україна) з вмістом Fe – 68–72%, Fe_3O_4 – 20–22% ($\rho=6,24 \text{ g/cm}^3$). Також у якості наповнювача використовувалася пігментна суміш GreyX виробництва LTD «Українська мінеральна компанія», м. Київ (Україна) з вмістом Al_2O_3 – 50%, TiO_2 – 25%, Fe_2O_3 – 10%. Відомо [6], що ефективність екранування залежить від дисперсності наповнювача, тому було виконано гранулометричний аналіз сумішей стандартним методом седиментації. Середній розмір частинок залізорудного концентрату після подрібнення складав 22–23 μm , суміші GrayX – 8–9 μm .

Було виготовлено три типи екрануючого захисного матеріалу:

- зразок № 1 – водно-дисперсійна фарба з додаванням залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%;
- зразок № 2 – геополімерна фарба з додаванням залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%;
- зразок № 3 – геополімерна фарба з додаванням суміші залізорудного концентрату та GreyX у пропорції 1:1 у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%.

Усі отримані матеріали наносилися на поверхні. Після висихання товщина захисного шару складала 0,22–0,25.

Результати вимірювання коефіцієнтів екранування розробленими матеріалами наведено в табл. 1–3. Для високочастотних випромінювань важливим є внесок захисту за рахунок відбиття електромагнітних хвиль у загальний коефіцієнт екранування (можливість відбиття у небажаний бік). Коефіцієнти відбиття, виміряні за методикою, описаною у [6], наведено в табл. 4.

Таблиця 1

**Коефіцієнти екранування K_e електричного поля
промислової частоти**

Зразок матеріалу	K_e			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,1–1,2	1,3–1,4	1,6–1,7	2,8–2,9
№ 2	1,1–1,2	1,6–1,7	2,9–3,0	5,2–5,3
№ 3	1,3–1,4	1,8–1,9	4,2–4,3	8,5–8,6

Таблиця 2

**Коефіцієнти екранування K_e магнітного поля
промислової частоти**

Зразок матеріалу	K_e			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,2–1,3	1,5–1,6	2,5–2,6	3,7–3,8
№ 2	1,4–1,5	1,9–2,0	3,8–3,9	7,7–7,8
№ 3	1,2–1,3	1,6–1,7	2,8–2,9	5,6–5,7

Таблиця 3

**Коефіцієнти екранування K_e електромагнітного поля
ультрависокої частоти**

Зразок матеріалу	K_e			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,2–1,3	1,3–1,4	1,8–1,9	4,0–4,1
№ 2	1,3–1,4	1,6–1,7	2,9–3,0	5,5–5,6
№ 3	1,7–1,8	2,3–2,4	4,0–4,1	7,8–7,9

Таблиця 4

**Коефіцієнти відбиття K_o електромагнітного поля
ультрависокої частоти**

Зразок матеріалу	K_o			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	–	–	0,10–0,15	0,22–0,23
№ 2	–	–	0,15–0,18	0,28–0,29
№ 3	–	–	0,22–0,24	0,32–0,34

Наведені результати свідчать, що розроблені матеріали придатні для захисту людей від електромагнітних впливів у виробничих та побутових умовах, принаймні за вмісту екрануючої субстанції більше 45% (за вагою). Вміст наповнювачів за об'ємом є набагато меншим через значні відмінності густин металовмісного наповнювача й використаних фарб. Тому наповнювач суттєво не впливає на зчеплення фарби з поверхнею, що є важливим для практичного застосування отриманих захисних матеріалів.

Література:

1. Vergallo C., Dini L. Comparative Analysis of Biological Effects Induced on Different Cell Types by Magnetic Fields with Magnetic Flux Densities in the Range of 1–60 mT and Frequencies up to 50 Hz. *Sustainability*, 2018. Vol. 10. P. 2776.

2. Tahmasebi Birgani M. J., Zabihzadeh M, Aliakbari S, Behrouz M. A, Hosseini S. M. Evaluation of Putty Metal for Internal Shielding for Patient Protection in Electron Therapy by Monte Carlo Study, Jundishapur J Nat Pharm Prod. Online ahead of Print; 14(2):e12589.

3. Беляев А. А., Беспалова Е. Е., Лепешкин В. В. Радиопоглощающие материалы на основе отделочных строительных материалов для защиты от СВЧ излучения базовых станций сотовой связи. *Труды ВИАМ*. 2015. № 6. С. 80–88.

4. Barsukov V, Senyk I, Kryukova O, Butenko O. Composite Carbon-Polymer Materials for Electromagnetic Radiation Shielding. *Materials Today: Proceedings*, 2018, V. 5, No 8, Part 1. P. 15909–15914.

5. Senyk, I., Kuryptia, Y., Barsukov, V., Butenko, O., Khomenko, V. Development and application of thin wide-band screening composite materials. *Physics and Chemistry of Solid State*, 2020. Vol. 21(4). P. 771–778.

6. Glyva V., Podkopaev S., L. Levchenko, N. Karaieva, K. Nikolaiev, O. Tykhenko, O. Khodakovskyy, B. Khalmuradov. Design and study of protective properties of electromagnetic screens based on iron ore dust. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, Iss. 1/5 (91). P. 10–17.