

*І.В. Матвєєва, д.т.н., професор  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

*Я.І. Бірук, асистент, І.О. Азнаурян, доцент  
(Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна)*

## **Рідкі захисні композиції для екранування електромагнітних випромінювань радіотехнічних об'єктів аеродромів цивільної авіації**

*Розроблено засади проектування та досліджено захисні властивості рідинних матеріалів для екранування електричних, магнітних та електромагнітних полів широкого частотного діапазону. Для проектування матеріалів з необхідними (прогнозованими) захисними властивостями було розраховано відносні магнітну, діелектричну проникності матеріалів.*

Найбільш ефективним методом захисту від впливу електромагнітних полів і випромінювань є екранування. Актуальною задачею є дослідження захисних властивостей рідинних матеріалів для екранування електричних, магнітних та електромагнітних полів широкого частотного діапазону. Тому, розроблення високоефективних, широкосмугових і зручних в експлуатації композиційних матеріалів – найбільш сучасне вирішення цього питання. Для реалізації екранування окремих приміщень, частин будівель, доцільно дослідити можливості вироблення і застосування екрануючих матеріалів на рідинних носіях.

Мета дослідження – виявлення захисних властивостей новітніх матеріалів на основі фарб з різним вмістом металевої субстанції та надання розрахункового апарату для розроблення електромагнітних екранів з керованими захисними властивостями.

Щоб полегшити нанесення захисного матеріалу на поверхню в якості матриці було обрано два види готових фарб. Перша – акрилова водно-дисперсійна фарба, друга – геополімерне покриття. Як екрануючий наповнювач використовувався дрібнодисперсний концентрат залізної руди.

Було виготовлено три типи екрануючого захисного матеріалу:

- суміш № 1 – воднодисперсійна фарба з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;
- суміш № 2 – геополімерна фарба з додаванням залізородного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;
- суміш № 3 – геополімерна фарба з додаванням суміші залізородного концентрату та GreyX у пропорції 1:1 у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 % .

Для експерименту були взяті виготовлені з гіпсокартону геометрично замкнені екрани кубічної форми, розмірами 0,2×0,2×0,2 м, їх поверхні було відкрито виготовленою захисною сумішшю, товщина шару якої після висихання складала 0,22–0,25.

Результати вимірювання коефіцієнтів екранування електричного поля промислової частоти напруженістю 178–180 В/м наведено у табл.1.

Таблиця 1.

| Коефіцієнти екранування електричного поля промислової частоти |                        |           |           |           |
|---|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Зразок  | Коефіцієнт екранування |           |           |           |
|   | 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 |

Результати вимірювання коефіцієнтів екранування магнітного поля промислової частоти індукцією 280–285 мкТл наведено у табл. 2.

Таблиця 2.

| Коефіцієнти екранування магнітного поля промислової частоти |                        |           |           |           |
|---|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Зразок  | Коефіцієнт екранування |           |           |           |
|   | 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 |

Результати вимірювань коефіцієнтів екранування електромагнітного поля ультрависокої частоти наведено у табл. 3.

Таблиця 3.

| Коефіцієнти екранування магнітного поля ультрависокої частоти |                        |           |           |           |
|---|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Зразок  | Коефіцієнт екранування |           |           |           |
|   | 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 |

В результаті досліджень отримано наступні значення загальних коефіцієнтів екранування електромагнітного поля промислової частоти шарів суміші завтовшки 0,22–0,25 міліметрів за вмісту екрануючої субстанції 15–60 % (за вагою): для воднодисперсної фарби складають 1,1–2,9; для геополімерної фарби складають 1,1–5,3. Розраховані значення відносної магнітної проникності матеріалів складають 1,27–1,48. Для суміші № 2 відносна магнітна проникність становить 1,50–1,51, що є прийнятними значеннями.

Розраховані відносні діелектричні проникності складають 3,42–3,65; виміряні – 3,45–3,68. Коефіцієнт відбиття електромагнітних хвиль ультрависокої частоти за розрахунками складає 0,20; вимірний експериментально – 0,22–0,23.

Отже, зважаючи на інформацію наведену вище можна побачити що у матеріалу № 2 найбільший коефіцієнт екранування магнітної складової електромагнітного поля промислової частоти, а у матеріалу № 3 найбільший коефіцієнт екранування електричної складової цього ж поля, а також максимальна відносна діелектрична проникність.

Проведене дослідження було виконано для типових частот і обмежених концентрацій екрануючої субстанції у діелектричній матриці, тому воно вляється дещо обмеженим.

### **Висновки**

Результати досліджень 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. Виготовлення екрануючих рідинних композицій на основі серійних фарб і субстанцій концентрату залізної руди з пігментними металовмісними добавками є практичним і ефективним способом захисту здоров'я людей.

Подальше вивчення сумішей і проведення розрахунків щодо екранування і захисту від техногенного впливу від електромагнітних полів різного частотного діапазону надає можливість впровадження автоматизованого проектування захисних композиційних матеріалів.

### **Список літератури**

1. Glyva, V., Bakharev, V., Kasatkina, N., Levchenko, O., Levchenko, L., Burdeina, N., Guzii, S., Panova, O., Tykhenko, O., & Biruk, Y. (2021). Design of liquid composite materials for shielding electromagnetic fields. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (6 (111), 25–31. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231479>
2. Glyva, V., Podkopaev, S., Levchenko, L., Karaieva, N., Nikolaiev, K., Tykhenko, O., Khodakovskyy, O., & Khalmuradov, B. (2018). Design and study of protective properties of electromagnetic screens based on iron ore dust. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(5 (91), 10–17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123622>
3. Radionov, A. V., Podoltsev, A. D., Radionova, A. A. (2017). Express - method for determining the quality of a magnetic fluid for operation in the working gap of a magnetic fluid seal. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 233, 012038. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/233/1/012038>