УДК 537.87:669.162.12(045)

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 залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;
- суміш № 2 – геополімерна фарба з додаванням залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60 %;
- суміш № 3 – геополімерна фарба з додаванням суміші залізорудного 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 вкрито 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; виміряний 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 являється 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