

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.77.369-377

УДК 538.69.331.41

к.т.н., доцент **Панова О.В.**,
elenapanova169@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7975-1584,
Бірук Я.І., biruk.iai@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0002-3669-9744,
Бесараб О.М., besarab.om@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0003-0794-1922,
Корміліцин Я.І., kormilitsyn_yi@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0003-1155-6197,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ НОВІТНІХ ПОКРИТТІВ З ЕКРАНУЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

У сучасному світі захист від впливу техногенних електромагнітних полів екрануванням дістає все частішого застосування. В умовах переходу на міжнародні стандарти у різних галузях будівництва при виготовленні новітніх облицювальних та оздоблювальних матеріалів найбільш перспективними та затребуваними є будівельні матеріали із екрануючими властивостями. Зниження ваги за рахунок товщини екрануючого покриття будівельного матеріалу не завжди доцільне і не завжди дозволено відповідними державними та міжнародними санітарними нормами. Теоретичні розрахунки з цього питання або математичні прогнозування мінімізують витрати на виготовлення субстанції екрануючого матеріалу, і загалом, знижують загальну кількість вимірювань на їх підтвердження. Представлена методика дає змогу орієнтовно прогнозувати захисні властивості в залежності від параметрів полів, які потребують екранування. Метою дослідження є – виготовлення новітніх покриттів композиційних структур для прогнозування захисних властивостей будівельних матеріалів у широкому частотному діапазоні. Методи і методика дослідження - вдосконалення розроблення нового екрануючого матеріалу шляхом вироблення металополімерного матеріалу для екранування фізичних полів та розроблення технології підвищення рівномірності розподілу екрануючих частинок у тілі полімерного матеріалу (матриці), запобігання злипанню частинок та підвищення їх дисперсності.

Ключові слова: екранування; екрануючий матеріал; техногенне навантаження; захисні властивості.

Вступ. Безконтрольна концентрація приладів у виробничому середовищі стала загрозою електромагнітного перенавантаження. Техногенне навантаження на підприємствах має складний та не стабільний характер. Екранування працюючих людей залежить не тільки від розташування технічних приладів або їх власних технічних параметрів та амплітудно-частотних

характеристик полів. Останнім часом замовника цікавлять екрануючі властивості будівельних матеріалів, чи можливість покриття вже забудованого виробництва захисною рідиною окремої кімнати, лабораторії чи її частини.

Постановка проблеми. У сучасному науковому світі представлена багата кількість способів розроблення та виготовлення захисних матеріалів композиційних структур для екранування електромагнітних полів широкого частотного діапазону. Трудомісткість виготовлення і вартість захисного матеріалу потребує задіяння широкого кола дослідників, а непередбачувані розподіли наповнювача у тілі матриці подовжує процес дослідів у часі. Некерованість захисними властивостями наповнювача ускладнює процеси його виготовлення і змушує науковців удосконалювати методи отримання новітніх екрануючих покриттів. В результаті цього сформульовано наступний стан проблеми: розроблення методологічних засад виготовлення екрануючого металополімерного матеріалу, придатного для покриття будівельних поверхонь складної конфігурації з максимально високим (допустимим за нормами) коефіцієнтом екранування.

Мета статті. Дослідження новітніх покриттів власного виробництва з екрануючими властивостями.

Сучасний стан питання. Діапазони частот негативного випромінювання на працюючих в сучасному перенавантаженому виробництві проблематично стабілізувати через нестабільне поширення електромагнітних хвиль, а також через їх перерозподіл за рахунок відбиття будівельних конструкцій. Найбільш сучасні методи захисту людей від впливу електромагнітних полів екрануванням мають враховувати негативний вплив з боку дії випромінювання будівельних конструкцій, чи їх покриттів.

Аналіз досліджень та публікацій. Підтверджено, що під дією техногенного навантаження у виробничому середовищі працюючі піддаються негативному впливу [1] різної природи випромінювань. Стабілізація такого небажаного навантаження реалізується шляхом аналізу по визначенню електромагнітної безпеки працюючих (окремого робочого місця, кімнати, чи виробництва в цілому) та електромагнітної сумісності технічних приладів [2]. У випадку, коли економічні підстави потребують покриття складних конструкцій чи будівельних матеріалів захисною рідиною (надалі – «субстанцією») виникає необхідність використання найбільш сучасного екрануючого покриття із потрібними захисними властивостями. Аналіз наукових досліджень щодо методики розробки таких покриттів показує, що найбільш поширеними з них є метод додавання у діелектричний матеріал (матрицю) провідної субстанції мікро розмірів [3, 4]. Недоліками таких технологій є мала ефективність матеріалів (виготовлення яких представлено на основі використання

мікрочастинок порохоподібних відходів чавунного виробництва) та велика вартість наповнювача з кольорових металів. Крім того, у процесі виготовлення покриття, було виконано сортування відходів, що вимагало копіткості у роботі. Але головним недоліком такої технології є невідповідне та нерівномірне розташування наповнювача у тілі матриці. Більш ефективним, на нашу думку, є спосіб виготовлення електромагнітного екрана із застосуванням магнітної рідини із вмістом нанозаліза, який отримано у роботі [5]. Основними недоліками такого процесу виготовлення є непередбачуваність захисних властивостей кінцевої субстанції, необхідність витрати великої кількості магнітної суміші для отримання необхідної щільності розташування наночастинок у захисному поверхневому шарі та загальна вартість технології. Найбільш прийнятним є спосіб вироблення металополімерного матеріалу для екранування фізичних полів, який запропоновано у роботі [6]. Така технологія є найближчим аналогом нашої роботи і було обраний за прототип.

Виклад основного матеріалу. Так як, головним недоліком технології виготовлення, яку було взято за прототип, є нерівномірність розподілу дрібнодисперсних феромагнітних частинок, які забезпечують екранування електромагнітного поля у полімері, а також, у процесі роботи спостерігалось часткове злипання частинок, що знижувало захисні властивості кінцевої субстанції і захисного матеріалу загалом, то усунення недоліків прототипу – головна задача дослідів. Тобто, у процесі роботи виникла необхідність удосконалення (або максимального усунення) наступних проблем: розроблення технології підвищення рівномірності розподілу екрануючих частинок у тілі полімерного матеріалу (матриці); запобігання злипання частинок; підвищення їх дисперсності.

Технологія дослідів здійснювалась за наступними етапами:

I. Розроблено спосіб виготовлення композиційного металополімерного матеріалу для екранування електромагнітного поля. Реалізація досліду виконувалась наступним чином: у рідкий полімер (рідкий латекс) додається сухий концентрат залізної руди у кількості 5-20%. В залежності від поставленої мети (тобто, від необхідних значень коефіцієнтів екранування полів різного частотного діапазону) додавалась відповідна кількість концентрату.

II. Ультразвуковий випромінювач занурювали в ємність з отриманою сумішшю (концентратом). Протягом 10-15 хвилин виконувалась обробка ультразвуком частотою 23 кГц з амплітудами 45-50 мкм.

III. Оброблена суміш наносилася на поверхню шаром визначеної товщини і полімеризується упродовж 12 годин.

IV. Вибір матеріалу покриття та/або корпусу. Для цього на кафедрі фізики у “Науково-дослідній лабораторії захисту від техногенних впливів”

(КНУБА, факультет ФІСЕ) продовжується наукова робота в рамках якої тривають серії наукових досліджень. Мета роботи: дослідження новітніх покриттів з екрануючими властивостями власного виробництва (Рис. 1).



(a)

(б)

Рис. 1. Розроблення макетів потрібної конфігурації (а) для покриття та нанесення матеріалу різної кількості шарів (б).

У. Дослідження захисних властивостей отриманої субстанції. З метою покращення екрануючих властивостей було виготовлено різна кількість зразків для покриття екрануючою субстанцією різною кількістю шарів (Рис. 2).

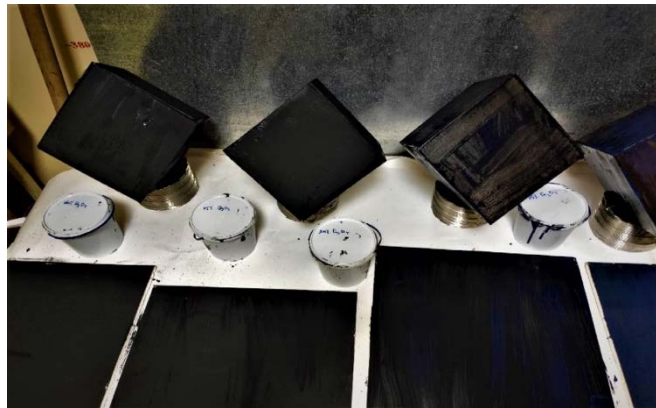


Рис. 2. Дослідження захисних властивостей екрануючої субстанції власного виробництва.

Для проведення досліджень рівнів ЕМП, що нормуються густиною потоку використано повірений Вимірювач електромагнітних випромінювань ПЗ-31. Вимірювач рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-31 призначений для вимірювання середньоквадратичних значень напруженості електричної і магнітної складових ЕМП в режимах безперервної генерації, амплітудної, частотної та імпульсної модуляції (Рис. 3).

Напруженість електричних та магнітних полів промислової частоти доцільно застосовувати вимірювачем напруженості поля промислової частоти ПЗ-50. Вимірювач напруженості поля промислової частоти ПЗ-50 призначений

для отримання напруженостей електричного і магнітного поля промислової частоти (50 Гц) і застосовується для контролю гранично допустимих рівнів електричного і магнітного поля (Рис. 4).



Рис. 3. Вимірювач електромагнітних випромінювань ПЗ-31



Рис. 4. Вимірювач електромагнітних випромінювань ПЗ-50

Для чіткої ідентифікації джерел електромагнітного поля та отримання більш тонкого спектру магнітного поля (електричного) наднизьких та низьких частот рекомендовано використовувати аналізатор спектра ЕМП Spectran NF 5035. Аналізатор спектра SPECTRAN NF-5035 призначений для проведення аналізу сигналів у полосі частот від 1 Гц до 30 МГц (Рис. 5).

Вимірювання коефіцієнтів екранування доцільно проводити окремо за електричною та магнітною складовою ЕМП промислової частоти 50 Гц з використанням каліброваного Вимірювача параметрів електричного і магнітного полів ВЕ-метр «АТ-004, 50 Гц». Вимірювач параметрів електричного і магнітного полів ВЕ-метр «АТ-004, 50 Гц» призначений для контролю норм стосовно електромагнітної сумісності при спеціальній оцінці умов праці, виробничому контролі та комплексних санітарно-гігієнічних обстеження об'єктів (Рис. 6).

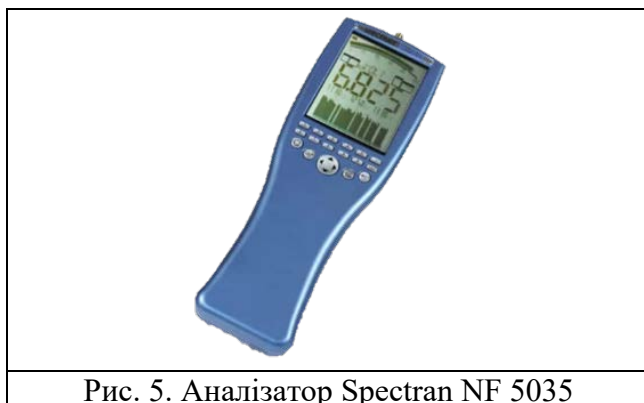


Рис. 5. Аналізатор Spectran NF 5035



Рис. 6. ВЕ-метр «АТ-004, 50 Гц»

Для визначення класифікації випромінювання та загального техногенного навантаження була використана методика, яка описана у роботі [2], а обробка даних та залежності коефіцієнтів екранування металоолімерного облицювального матеріалу від вмісту екрануючої субстанції та товщини представлена у праці [7]. З метою впровадження даної методики у виробництво розроблено патенти на корисну модель «Спосіб виготовлення композиційного матеріалу для екранування електромагнітного поля» [8] та «Градiєнтний електромагнітний екран» [9].

Ретельний опис технічних приладів необхідний для подальшої серії статей з цієї тематики. Планується продовження досліджень захисних властивостей екрануючої субстанції власного виробництва.

Висновки

1. Впровадження захисних властивостей екрануючої субстанції власного виробництва, виробленого у представлений спосіб, свідчить, що порівняно з прототипом коефіцієнти екранування магнітного поля промислової частоти підвищилися у 1,2-2,0 разів, електромагнітного поля ультрависоких частот – у 2,8-3,2 рази.

2. Вдосконалення розробленого облицювального матеріалу можливе за рахунок підвищення дисперсності екрануючої субстанції та рівномірності розподілу екрануючих частинок у полімерній матриці. Це дозволить знизити вагу та товщину облицювального матеріалу та зменшити його вартість зі збереженням захисних властивостей.

Література

1. Панова О.В. 2011. Особенности влияния техногенных факторов физического происхождения и негативного воздействия вторичного излучения строительных материалов на организм человека. Зб. наук. праць «Екологічна безпека та природокористування»: КНУБА. Вип. 7. С. 155-167. <http://dspace.nbuu.gov.ua/handle/123456789/58181>
2. Панова О.В., Бірук Я.І. 2021. Методологія визначення електромагнітного техногенного навантаження та шляхи їх удосконалення. Науково-технічний зб. «Містобудування та територіальне планування» № 76. КНУБА. с.105-214. DOI: 10.32347/2076-815x.2021.76.205-217
3. Патент 9661 Республіка Беларусь МПК Н 01Q 17/00 Экран электромагнитного излучения Лыньков Л.М., Бойправ О.В., Борботько Т.В., Соколов В.Б. № и 20130315, ВУ 9661.
4. Патент 74857 Україна, МПК G12B17/00. Електромагнітний екран з керованими захисними властивостями. Глива В.А., Назаренко М.В., Подобед І.М., Матвєєва О.Л., Панова О.В. - заявник і патентоотримувачі; заявлено 12.05.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21.
5. Патент 122190 Україна, МПК G12B17/02, H05K 9/00 Надтонкий електромагнітний екран. Глива В.А., Подольцев О.Д., Назаренко В. І., Радіонов О. В. - заявник і патентоотримувачі; заявлено: 10.07.2017; опубл. 26.12.2017, Бюл.№ 24.
6. Патент 138018, Україна МПК G12B 17/00. Шумозахисний та електромагнітний екран. Глива В.А., Левченко Л.О., Ніколаєв К.Д., Панова О.В., Тихенко О.М., Ходаковський О.В.; заявник та патентовласник: Глива В.А., Левченко Л.О., Ніколаєв К.Д., Панова О.В.,

Тихенко О.М., Ходаковський О.В. № u 2019 05577; заявл. 23.05.2019; опубл. 11.11.2019, Бюл. № 21.

7. Glyva V.A, Levchenko L.O, Panova O.V, Tykhenko O.M, Radomska M.M. 2020. The composite facing material for electromagnetic fields shielding. Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020) doi:10.1088/1757-899X/907/1/012043

8. Патент 144972, Україна МПК G12B 17/00 (2020.01); (2006.01) G21F 1/02. Спосіб виготовлення композиційного матеріалу для екранування електромагнітного поля. Глива В.А., Левченко Л.О., Назаренко В.І., Панова О.В., Тихенко О.М., Халмуродов Б.Д.. Володілець: Глива В.А., Левченко Л.О., Назаренко В.І., Панова О.В., Тихенко О.М., Халмуродов Б.Д.. № u 2020 03227; заявл. 28.05.2020; опубл. 10.11.2020, Бюл. № 21.

9. Патент 144619, Україна МПК G12B 17/00 (2020.01). Градієнтний електромагнітний екран. Глива В.А., Кажан К.І., Левченко Л.О., Панова О.В., Тихенко О.М., Халмуродов Б.Д.. Володілець: Глива В.А., Кажан К.І., Левченко Л.О., Панова О.В., Тихенко О.М., Халмуродов Б.Д. № u2020 03224; заявл. 28.05.2020; опубл. 12.11.2020, Бюл. № 19.

к.т.н., доцент **Панова Е.В., Бирук Я.И.,
Бессараб О.М., Кормилицын Я.И.,**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЕЙШИХ ПОКРЫТИЙ С ЭКРАНИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В современном мире защита от воздействия техногенных электромагнитных полей экранированием получает все более частого применения. В условиях перехода на международные стандарты (в разных отраслях строительства) при изготовлении новейших облицовочных и отделочных материалов наиболее перспективными и востребованными являются строительные материалы с экранирующими свойствами. Снижение веса за счет толщины экранирующего покрытия строительного материала не всегда целесообразно и не всегда разрешено соответствующими государственными и международными санитарными нормами. Теоретические расчеты по этому вопросу или математическое прогнозирование минимизируют затраты на изготовление субстанции экранирующего материала, и в целом снижают общее количество измерений в их подтверждение. Представленная методика позволяет ориентировочно прогнозировать защитные свойства в зависимости от параметров полей, требующих экранирования. Целью исследования является – изготовление новейших покрытий композиционных структур для прогнозирования защитных свойств строительных материалов в широком частотном диапазоне. Методы и методика исследования – совершенствование разработки нового экранирующего материала путем выработки металлополимерного материала для экранирования

физических полей и разработка технологии повышения равномерности распределения экранирующих частиц в теле полимерного материала (матрицы), предотвращения слипания частиц и повышения их дисперсности.

Ключевые слова: прогнозирование; электромагнитное поле; электромагнитная техногенная нагрузка; экранирование; защитные свойства.

PhD, Associate Professor **Panova Olena**, Assistant **Biruk Yana**,
Head of the laboratory **Besarab Oleg**, **Kormilitsyn Yan**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

INVESTIGATION OF THE LATEST COATINGS WITH SHIELDING PROPERTIES OF ITS OWN PRODUCTION

In the modern world, protection against the influence of man-made electromagnetic fields shielding will be increasingly used. In the transition to international standards (in various industries) in the manufacture of the latest facing and finishing materials, the most promising and demanded building materials with shielding properties. Reducing weight due to the thickness of the shielding coating of building material is not always expedient and is not always allowed by the relevant state and international sanitary norms. Theoretical calculations on this issue or mathematical forecasting minimize the cost of manufacturing the substance of the shielding material, and in general, reduce the total number of measurements to their confirmation. The presented methodology enables to predict protective properties, depending on the parameters of fields that need shielding. The purpose of the study is – the manufacture of the latest coatings of composite structures to predict the protective properties of building materials in a wide frequency range. Methods and methods of research – improvement of the development of a new shielding material by producing metal-polymer material for shielding physical fields and developing a technology for increasing the distribution of shielding particles in the body of a polymeric material (matrix), preventing particle adhesion and increase their dispersion.

Keywords: shielding, shielding material, man-made load, protective properties.

REFERENCES

1. Panova O.V. 2011. Osobennosti vliyaniya tekhnicheskikh faktorov fizycheskogo proyskhozhdeniya y nehatyvnoho vozdeistviya vtorychnoho yzlucheniya stroytelnykh materyalov na orhanyzm cheloveka. Zb. nauk. prats «Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia»: KNUBA. Vyp. 7. С. 155-167. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/5818>. {in Russian}

2. Panova O.V., Biruk Ya.I. 2021. Metodolohiia vyznachennia elektromahnitnoho tekhnohennoho navantazhennia ta shliakhy yikh udoskonalennia. Naukovo-tekhnichnyi zb. «Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia» № 76. KNUBA. s.105-214. DOI: 10.32347/2076-815x.2021.76.205-217. {in Ukrainian}
3. Patent 9661 Respublyka Belarus MPK N 01Q 17/00 Экран электромahнитного yzlucheniya Лынков L.M., Boiprav O.V., Borbotko T.V., Sokolov V.B. № u 20130315, BY 9661. {in Russian}
4. Patent 74857 Ukraina, MPK G12V17/00. Elektromahnitnyi ekran z kerovanymy zakhysnymy vlastyvostiamy. Hlyva V.A., Nazarenko M.V., Podobed I.M., Matvieieva O.L., Panova O.V. - zaiavnyk i patentootrymuvachi; zaiavleno 12.05.2012; opubl. 12.11.2012, Biul. № 21. {in Ukrainian}
5. Patent 122190 Ukraina, MPK G12B17/02, H05K 9/00 Nadtonkyi elektromahnitnyi ekran. Hlyva V.A., Podoltsev O.D., Nazarenko V. I., Radionov O. V. - zaiavnyk i patentootrymuvachi; zaiavleno: 10.07.2017; opubl. 26.12.2017, Biul.№ 24. {in Ukrainian}
6. Patent 138018, Ukraina MPK G12V 17/00. Shumozakhysnyi ta elektromahnitnyi ekran. Hlyva V.A., Levchenko L.O., Nikolaiev K.D., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khodakovskiy O.V.; zaiavnyk ta patentovlasnyk: Hlyva V.A., Levchenko L.O., Nikolaiev K.D., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khodakovskiy O.V. № u 2019 05577; zaiavl. 23.05.2019; opubl. 11.11.2019, Biul. № 21. {in Ukrainian}
7. Glyva V.A, Levchenko L.O, Panova O.V, Tykhenko O.M, Radomska M.M. 2020. The composite facing material for electromagnetic fields shielding. Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020) doi:10.1088/1757-899X/907/1/012043. {in English}
8. Patent 144972, Ukraina MPK G12V 17/00 (2020.01); (2006.01) G21F 1/02. Sposib vyhotovlennia kompozytsiinoho materialu dlia ekranuvannia elektromahnitnoho polia. Hlyva V.A., Levchenko L.O., Nazarenko V.I., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khalmurodov B.D.. Volodilets: Hlyva V.A., Levchenko L.O., Nazarenko V.I., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khalmurodov B.D.. № u 2020 03227; zaiavl. 28.05.2020; opubl. 10.11.2020, Biul. № 21. {in Ukrainian}
9. Patent 144619, Ukraina MPK G12V 17/00 (2020.01). Hradiientnyi elektromahnitnyi ekran. Hlyva V.A., Kazhan K.I., Levchenko L.O., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khalmurodov B.D.. Volodilets: Hlyva V.A., Kazhan K.I., Levchenko L.O., Panova O.V., Tykhenko O.M., Khalmurodov B.D. № u2020 03224; zaiavl. 28.05.2020; opubl. 12.11.2020, Biul. № 19. {in Ukrainian}