

РАДІОЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ВАРІАТРОПНОЇ СТРУКТУРИ ІЗ БЕТЕЛА-М

В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев

Вступ

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – порівняно новий екологічний фактор, небезпека якого швидко росте по мірі розвитку і використання сучасних електронних технологій і систем, що є джерелами електромагнітних випромінювань.

Встановлено, що організм людини реагує як на зміни природного геомагнітного поля, так і на вплив електромагнітних випромінювань від технічних джерел [1-2]. Негативний вплив електромагнітного поля (ЕМП) на здоров'я людини є предметом великої кількості наукових досліджень. З кожним роком збільшується кількість наукових даних, що свідчать про небезпечну біологічну дію електромагнітних полів на людину, його імунну і нервову системи. У зв'язку з постійним збільшенням виробництва і використання електромагнітної енергії її вплив на всі живі організми буде збільшуватися.

Сучасні житлові будинки, зведені з використання існуючих будівельних матеріалів і технологій, не тільки не захищають людей від цієї небезпеки, але і самі можуть містити численні джерела як іонізуючих так і не іонізуючих електромагнітних випромінювань. Застосування будівельних матеріалів з підвищеним вмістом природних радіонуклідів приводить до сильного погіршення радіаційного фактора в середині будинків і приміщень.

Радіозахисні конструкції і матеріали дозволяють знизити рівень антропогенних електромагнітних полів в середині будинків до необхідного мінімуму і забезпечити нормальні умови для життєдіяльності людей. Тому, створення нових сучасних ефективних, доступних і недорогих радіозахисних композиційних матеріалів з поліфункціональними властивостями є актуальною проблемою сьогодення.

Радіозахисні матеріали для захисту від ЕМВ

Електромагнітні радіозахисні матеріали є надзвичайно складними за своїм складом. Створюють їх на основі дисперсних добавок металів, вуглецю, феритів і в'язучого. В практиці радіозахисту прийнято використовувати феритові добавки, а синтетичні смоли, цементна зв'язка виконують функцію в'язучого [3].

На початку 90-х років минулого сторіччя у Вінницькому політехнічному інституті були розпочаті роботи по створенню радіозахисних матеріалів на основі електропровідного металонасиченого бетону (бетел-м). Бетел-м щільної і особливо ніздрюватої структури став базовим матеріалом для створення радіопоглинаючих та радіоекрануючих виробів. Утворена просторова об'ємна електропровідна матриця забезпечує радіоекрануючі і радіопоглинаючі властивості бетелу-м, завдяки використанню в якості електропровідного наповнювача дрібнодисперсного порошку шламу сталі ШХ-15 [4].

Металевий порошок, одержаний на основі шліфувального шламу виробництва підшипників має ряд особливостей в порівнянні з порошками, одержаними за допомогою інших технологій. В процесі шліфування (абразивного стирання) при високих температурах відбувається процес окислення металу, який іноді називають процесом його оксидування. На поверхні частинок сталі утворюється три шари, які приблизно відповідають закису заліза (FeO), магнетиту (Fe₃O₄) і Fe₂O₃ [5-6].

Шлам сталі ШХ-15 представляється можливим розглядати, як багатофазну систему, що володіє новими властивостями. При наявності в цементній зв'язці такого наповнювача утворюється композиційний матеріал, для якого характерні такі ознаки, як гетерогенність, гетерофазність матеріалів, їх багатокомпонентність і, що дуже важливо для радіопоглинаючих матеріалів, наявність великої поверхні розділу межі між складовими компонентами [7].

При дії електромагнітного випромінювання на такий композиційний матеріал (бетел-м) кожна частинка електропровідного компоненту виконує функцію релаксатора, що володіє опором, індуктивністю і ємністю в контакт. Енергія зовнішнього електромагнітного поля гаситься в середині композиційного матеріалу за рахунок активних втрат. На границі розділу фаз провідник

– кристалогідрат новоутворень цементу, утворюється подвійний електричний шар, який володіє високою ємністю. Зовнішнє поле викликає перезарядку, яка протікає у формі релаксації заряду на ємності з втратами і одночасним розсіюванням енергії поля.

Якщо розглядати металонасичений бетон як багат шаровий екран, то екранування забезпечується в кожному з безлічі контактів напівпровідника, яким по суті є бетел-м, послідовно з релаксацією заряду і розсіюванням енергії поля в кожному із них .

Дослідження радіозахисних властивостей бетел-м

Загальна ефективність екранування радіозахисного матеріалу враховує поглинання, відбиття і багаторазове відбиття ЕМВ. Для електромагнітної хвилі, падаючої на поверхню, існує два види втрат. Хвиля частково відбивається від поверхні екрану, а заломлена хвиля розсіюється і поглинається по мірі її розповсюдження в товщі екрану. Останнє явище, називається втратами на поглинання електричного і магнітного полів.

Збільшити втрати на відбиття можна за рахунок зменшення питомого електричного опору екрану. Мінімальним опір екрану можна забезпечити виготовивши його з компонентів або матеріалу з високою електропровідністю σ і малою магнітною проникністю μ . Якщо замість матеріалу з високою провідністю, використовувати феромагнітний матеріал, то це приведе до збільшення магнітної проникності μ , зменшення провідності σ і збільшення поглинання ЕМВ [3]. Втрати на відбиття зменшаться завдяки збільшенню опору екрану Z_e , а повні втрати в екрані будуть рівні сумі втрат на поглинання і відбиття.

Підтвердженням такої наукової концепції є численні патенти на склади радіопоглинаючих матеріалів і конструкцій екранів з використанням феритів, вуглецевих, металевих волокон .

Використання шламу сталі ШХ-15 в бетелі-м, дає можливість отримати радіозахисний матеріал з заданими електромагнітними властивостями. Вибираючи потрібну технологію очистки шламу, змінюючи його кількість, технологію виготовлення і формування радіозахисної суміші можна керувати радіозахисними властивостями. Проведені дослідження магнітних властивостей дрібнодисперсного наповнювача (табл. 1) підтверджують, що в результаті технологічних процесів обробки сталі ШХ-15, утворюється наповнювач з феромагнітними властивостями. Використання такого наповнювача дасть можливість отримати радіозахисний матеріал з високими радіопоглинаючими властивостями.

Таблиця 1

Магнітні властивості шламових відходів сталі ШХ-15

Шлам сталі ШХ-15 по операціям	$d \cdot 10^3$, кг/м ³	$S \cdot 10^3$, м ² /кг	Магнітні характеристики			
			B_r , Тл	B_s , Тл	НС, А/М	K_m
Швидкісне механічне обпилювання (обдирання)	4,5	1,0	0,5594	0,029	3880	2,88
Обкатка металевих кульок	5,0	1,5	0,6891	0,056	7840	3,24
Шліфування металевих кульок	6,7	2,0	0,9728	0,085	7200	3,80
Доведення і поліровка металевих кульок	7,2	0,5	1,1316	0,095	5680	3,70

Проведені дослідження електротехнічних властивостей бетелів вказують на те, що ніздрюватий бетел-м в порівнянні з бетелом щільної структури характеризується не тільки низьким електричним опором, а і низькою діелектричною проникністю, яка залежить як і від самого матеріалу, його структури і кількості електропровідного наповнювача. Низька діелектрична проникність забезпечує радіопоглинаючому матеріалу малий коефіцієнт відбиття ЕМВ. В таблиці 2 приведена діелектрична проникність бетелу-м.

Низька діелектрична проникність ніздрюватого бетелу-м пояснюється тим, що такий матеріал складається з великої кількості повітряних пор. Діапазон пористості може складати 47 - 95%, завдяки чому простими технологічними прийомами змінюючи пористість можна регулювати діелектричну проникність матеріалу. Розмір пор, а також пористість залежить від кількості

газоутворюючого і піноутворюючого компонентів, водотвердого відношення, активності в'язучого і температури при якій відбувається тужавлення бетонної суміші.

Таблиця 2

Вплив концентрації електропровідного компоненту і структури на діелектричну проникність бетелу-м

Вміст шламу сталі ШХ-15, мас %	Середня густина, кг\ м ³	Діелектрична проникність матеріалу
Бетел-м щільної структури		
0	1730	16,51
20	2060	17,34
40	1945	18,53
60	1710	19,11
Бетел-м ніздрюватої структури		
0	320	2,35
20	385	2,38
40	440	2,79
60	530	3,22

Технологічні особливості ніздрюватих бетонів (особливо багатошарових конструкцій) дозволяють впровадити раціональну ідею яка підвищить радіопоглинаючі властивості матеріалу. Верхній шар покриття виготовляють з низьким коефіцієнтом відбиття, що досягається максимальною пористістю матеріалу. Всі послідовні шари виготовляють з меншою пористістю, в результаті можна отримати матеріал з малим коефіцієнтом відбиття і достатнім поглинанням ЕМВ, а також з високими механічними властивостями.

Проведені дослідження радіозахисних властивостей розроблених нами покриттів варіатропної структури і типу "Сендвич" підтверджують їх ефективність. В таблиці 3 приведені радіозахисні властивості розроблених покриттів і радіопоглинаючих екранів світових лідерів фірми "Raytheon" і "Siemens"

Таблиця 3

Радіозахисні властивості радіопоглинаючих екранів

Назва покриття	Діапазон робочих частот, ГГц	Коефіцієнт відбиття екрана, %	Загальна ефективність екранування, дБ
фірми "Raytheon"	0,5 - 37,5	3 - 7	25 - 80
фірми "Siemens"	1 - 30	5 - 12	20 - 50
блок типу «Сендвич»	4 - 30	4 - 6	22 - 85
бетел-м варіатропної структури	4 - 30	8 - 12	15 - 58

Провівши порівняння технічних, технологічних параметрів і вартості радіопоглинаючих екранів було встановлено переваги бетелу-м варіатропної конструкції і радіопоглинаючого блоку типу «Сендвич» над іншими екранами. Основні переваги наступні – доступність і низька вартість складових компонентів, висока термостійкість, висока технологічність і широкий діапазон роботи радіопоглинаючих екранів.

Висновки

- Металевий порошок, отриманий на основі шліфувального шламу підшипникового виробництва необхідно вважати спеціально підготовленим наповнювачем для радіозахисних екранів.
- На основі існуючих радіопоглинаючих конструкцій запропонована варіотропна структура радіозахисного покриття з бетела-м, яка здатна забезпечити високими будівельно-технологічними і радіопоглинаючими властивостями.

Список літератури

1. Шидловский А.К. Электромагнитная совместимость электроприемников промышленных предприятий / А.К. Шидловский. – К.: Наукова думка, 1992. – 236 с.
2. Радиочастоты и микроволны. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде. Всемирной организации здравоохранения и Международной ассоциации по радиационной защите. – М.: Медицина, 1984. – 145 с.
3. Ковнеристый Ю. К. Материалы поглощения СВЧ излучения / Ю. К. Ковнеристый. – М.: Наука, 1982. – 168 с.
4. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный / В.Р. Сердюк. – Винница: Континент, 1993. – 239 с.
5. Сиверденко В.Р. Штамповка шариков / В.Р. Сиверденко, В.С. Мурас, Л. П. Олендер. – Минск: Наука и техника, 1972. – 208 с.
6. Богородский Н.П. Электротехнические материалы / Н.П. Богородский, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.
7. Сердюк В.Р. Пути использования дисперсных металлических шламов : зб. наук. пр. міжнародної науково-практичної конференції "Енергозберігаючі технології. Застосування відходів промисловості в будівельних матеріалах та будівництві" / В.Р. Сердюк, А.В. Христич, М.С. Лемешев. – Київ. – 2004. – С. 119-126.

Сердюк Василь Романович – д.т.н., зав. кафедри менеджменту будівництва, охорони праці та безпеки життєдіяльності Вінницького національного технічного університету.

Лемешев Михайло Степанович – к.т.н., старший викладач кафедри менеджменту будівництва, охорони праці та безпеки життєдіяльності Вінницького національного технічного університету.