

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ БЕТОНЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭМИ

Стаднийчук М. Ю., Лемешев М.С.

Винницкий национальный технический университет, г.Винница

Электромагнитное загрязнение окружающей среды – новый экологический фактор, опасность которого быстро растет по мере развития и использования современных электронных технологий и систем, являющихся источниками электромагнитных излучений (ЭМИ).

Установлено, что организм человека реагирует как на изменения естественного геомагнитного поля, так и на воздействие электромагнитных излучений от технических источников [1-2]. Отрицательное влияние электромагнитного поля (ЭМП) на здоровье человека является предметом большого количества научных исследований. С каждым годом увеличивается количество научных данных, свидетельствующих о биологическом действии электромагнитных полей на человека, его иммунную и нервную системы. В связи с постоянным увеличением производства и использования электромагнитной энергии ее воздействие на все живые организмы будет увеличиваться [3].

Радиозащитные материалы (РЗМ) являются обычно сложными по своему составу. Их создают с использованием дисперсных металлов, углеродсодержащих добавок, ферритов [4-5]. Наиболее применяют ферритовые порошки, а синтетические смолы используют как вяжущее. Нами предложено использовать комплексное минеральное вяжущее с использованием промышленных отходов [6-7].

В Винницком национальном техническом университете проводятся работы по созданию РЗМ на основе бетона электропроводного металлонасыщенного (бетэл-м). Бетэл-м плотной и особенно ячеистой структуры с использованием металлических шламов стал базовым материалом для создания радиопоглощающих и радиозэранирующих изделий [8-10].

Образование пространственной объемной электропроводной матрицы обеспечивает электропроводный наполнитель, мелкодисперсный порошок шламу стали ШХ-15. За счет образования электропроводной матрицы авторы в своих работах [10-12] установили, что бетэл-м владеет радиозащитными свойствами.

Металлический порошок, полученный на основе шлифовального шлама имеет ряд особенностей по сравнению с порошками, полученными с помощью других технологий. В процессе шлифования при высоких температурах происходит процесс окисления металла, который называют процессом его оксидирования [13]. На поверхности частиц стали ШХ-15 образуется три слоя, которые приблизительно соответствуют окиси железа (FeO), магнетиту (Fe₃O₄) и Fe₂O₃ [14-15].

Под гомогенной оксидной пленкой не восстановленного шлама образуется смешанная зона металла и оксидов. Шлифовальные шламы стали ШХ-15 необходимо рассматривать как специально подготовленный наполнитель для изготовления РЗМ по целому ряду причин [16-18]:

- высокое содержание металла и его оксидов;
- наличие легирующих добавок;
- высокая дисперсность частиц (средний размер—(5-4,5)*10⁻⁶м, удельная поверхность (0,5-2)* 10⁻⁶ м²/кг);
- наличие окиси железа (FeO), магнетита (Fe₃O₄) и Fe₂O₃ в верхнем слое невосстановленного шлама придает материалу ферромагнитные свойства, характерные для радиозащитных композиций;
- соизмеримость линейных температурных деформаций стали и цементного камня, дает возможность использовать композицию (сталь-цементный камень) в большом диапазоне температур;
- наличие адгезии между гидратными новообразованиями цемента и металлом, в отличие от углеродсодержащих проводниковых компонентов, обеспечивает стабильные электрофизические свойства.

Шлам стали ШХ-15 представляется возможным рассматривать, как многофазную систему, обладающую целым

комплексом электрофизических свойств. При наличии в цементной связке такого наполнителя образуется композиционный материал, для которого характерны такие признаки, как гетерогенность, гетерофазность материалов, их многокомпонентность и, что очень важно для радиопоглощающих материалов, наличие большой поверхности раздела фаз между составляющими компонентами [19-20]. В своих исследованиях [21-22] авторы установили, что наличие в структуре объемной электропроводной матрицы мелкодисперсного шлама обеспечивает многократное переотражение, рассеивание ЭМИ с превращением в тепловую энергию. При этом возможны варианты трансформации электрофизических свойств ингредиентов композиции в новые свойства, проявляя свойства аддативности.

Исследование радиозащитных свойств бетэла-м

Эффективность экранирования можно оценить суммой соответствующих составляющих, используя формулу 1:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{погл}} + \mathcal{E}_{\text{отр}} + \mathcal{E}_{\text{м.отр}} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{погл}}$ - поглощение экраном электромагнитной энергии;

$\mathcal{E}_{\text{отр}}$ - отражение электромагнитной волны экраном ;

$\mathcal{E}_{\text{м.отр}}$ - коэффициент, учитывающий многократные внутренние переотражения волны от поверхностей экрана (при $\mathcal{E}_{\text{погл}} > 10\text{Дб}$ коэффициент $\mathcal{E}_{\text{м.отр}}$ можно не учитывать).

В результате проведенных исследований нами получены результаты экранирования, поглощения и отражения металлонасыщенной цементной пасты бетэла-м в зависимости от частоты ЭМИ, структуры материала и концентрации шлама в композиционном материале (табл.1).

Как видно из таблицы 1 независимо от структуры материала по мере увеличения концентрации шлама увеличивается отражение и поглощение ЭМИ. Также необходимо отметить, что при уменьшении частоты излучения эффективность экранирования уменьшается.

Таблица 1

Радиозащитные свойства металлонасыщенной цементной пасты

Концентрация шлама	Плотность, кг/м ³	Частота ЭМИ					
		8ГГц			10ГГц		
		Эффектив- ность экранирован- ия, Дб	Поглоще- ние, Дб	Отраже- ние, Дб	Эффектив- ность экранирован- ия, Дб	Поглоще- ние, Дб	Отражение Дб
Плотная структура							
0	1710	5	1,1	3,9	5,0	1,0	4,0
20	2045	19,2	10,5	8,7	21,4	15,0	6,4
40	1865	30,5	16,8	13,6	34,9	20,4	14,5
60	1730	46,8	22,9	24,0	47,0	27,1	19,9
Ячеистая структура							
0	430	1,9	1,68	0,22	2,1	1,85	0,25
20	498	3,4	2,85	0,55	4,1	3,62	0,48
40	593	7,9	6,38	1,52	8,75	7,07	1,68
60	695	16,4	12,85	3,55	22,65	17,13	5,52

Таким образом бетэл-м плотной структуры можно отнести к радиоэкранирующим материалам: он обладает хорошими отражающими и поглощающими свойствами от ЭМИ. Следует отметить, что необходимым условием радиопоглощающих материалов есть низкий коэффициент отражения. Ячеистый бетон отвечает этому условию, однако обладает сравнительно низким поглощением по сравнению с плотным бетоном. Следовательно при комбинировании плотной и ячеистой структуры на основе бетэла-м можно получить эффективную радиопоглощающую конструкцию.

Изменяя электромагнитные характеристики материала (диэлектрическую, магнитную проницаемость) можно регулировать основные параметрами радиопоглощающих конструкций. Для снижения коэффициента отражения радиопоглощающие конструкции необходимо выполнять в виде шиповидной, пирамидальной или другой подобной конструкции.

Выводы

Электропроводный металлонасыщенный бетон плотной структуры можно считать эффективным радиоэкранирующим материалом из-за большого коэффициента отражения. Ячеистый

бетон основною частию ЕМІ поглинає. Комбінуючи щільну і кристалічну структуру електропровідного бетону можна отримувати ефективні радіопоглинаючі конструкції.

Литература

1. Ворожбіян М.І. Будівельні матеріали як захист від негативного впливу електромагнітного випромінювання / М.І. Ворожбіян, О.В. Костиркін, М.Ю. Іващенко // Комунальне господарство міст. – Харків. – 2015. Випуск 120 (1) – С. 36-41
2. Фатхутдинов Р.Х. Современное состояние проблемы индивидуальной защиты человека от электромагнитных излучений радиочастотного диапазона / Р. Х. Фатхутдинов, Р. А. Тарасова, В. И. Комлев // Рабочая одежда.-2003. - №1.- С.4-8.
3. Костыркин О.В. Теоретические аспекты создания материалов для защиты от электромагнитных излучений / О.В. Костыркин, М.Ю. Иващенко, М.О. Костенко // Зб. наук. праць. УкрДАЗТ – Харків, 2011. – Вип. 127. – С. 15-17.
4. Electromagnetic interference shielding by carbon fibre reinforced cement chion Jeng-Maw, Zheng Qijun, Chung D.D.L. // Composites (Cr. Brit) – 1989. – 20. – № 4. – р. 379 – 381.
5. Сердюк В. Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев. // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №4. – С. 8-12.
6. Сердюк В. Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христин // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2009. – № 33. – С. 57-62.
7. Сердюк В. Р. Золотоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології матеріалів і конструкцій в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
8. Сердюк В.Р. Новий різновид спеціальних бетонів – бетел-м / В.Р. Сердюк, О.В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Зб. наук. праць. – Вінниця: УНІВЕРСУМ- Вінниця, 2004. – С. 18 – 27.
9. Сердюк В.Р. Використання Бетелу-М для іммобілізації рідких радіоактивних відходів / В. Р. Сердюк, О. В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – № 1 (5). – С. 50-54.
10. Лемешев М.С. Теоретические предпосылки создания радиопоглощающего бетона бетела-м // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2005. –№1. –С. 60 – 64.
11. Сердюк В.Р. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м / В.Р.Сердюк М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №5. – С. 2 –

6.

12. Христин О.В. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання / О.В. Христин, М. С. Лемешев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.

13. Сердюк В. Р. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.

14. Лемешев М.С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. –С. 36-41

15. Сердюк В.Р. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1997. – № 2. – С. 5 – 9.

16. Лемешев М.С. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики / М.С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – С. 29-31.

17. Сердюк В.Р. Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2008. – № 5. – С. 37-40.

18. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету”. Серія: будівництво. – Суми : СумНАУ. 2014. – вип. 8 (18). – С. 130–145.

19. Сердюк В. Р. Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Збірник наукових статей “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. Рівне, 2005. – Випуск № 12. – С. 62-68.

20. Лемешев М. С. Радиоэкранирующие композиционные материалы с использованием отходов металлообработки / М.С. Лемешев, О.В. Березюк // Инновационное развитие территорий: матер. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (25– 27 февраля 2014 г.) ; Отв. за вып. Е. В. Белановская. – Череповец : ЧГУ, 2014. – С. 63-65.

21. Сердюк, В.Р. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.

22. Лемешев М. С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М. С. Лемешев, А. В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.