

УДК 666.946

М.І. Ворожбіян, О.В. Костиркін, М.Ю. Іващенко

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ЯК ЗАХИСТ ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Технічний прогрес та впровадження технічних інновацій призводить до підвищення електромагнітного фону, що негативно впливає на біологічні та технічні об'єкти та потребує розробки нових захисних матеріалів. Розроблено фізико-хімічні основи отримання спеціальних бар'єрних цементів та бетонів на їх основі. Приведено аналіз дослідження фізико-механічних та технічних властивостей отриманих захисних композиційних матеріалів.

Ключові слова: електромагнітні поля, випромінювання, захисні матеріали, будівельні матеріали, цемент, бетон.

Постановка проблеми

Науково-технічний розвиток нашої цивілізації сьогодні є досить стрімким. Але його беззаперечні корисні для людства досягнення супроводжуються підвищенням концентрації несприятливих для життя людини факторів, одним з яких є електромагнітне випромінювання. Протидія таким несприятливим факторам – це актуальна та важлива науково-технічна та суспільна задача.

На сьогоднішній день доведено негативний вплив електромагнітних випромінювань на людину, однак, цей вплив досліджено недостатньо. Останнім часом потужність фону електромагнітного випромінювання в окремих сферах життєдіяльності людини значно переважає гранично допустимі норми [1]. Відомо, що енергія електромагнітного поля, що поглинається тканинами живого організму, перетворюється на теплову енергію, що збільшує загальне тепловиділення тіла і викликає різні морфологічні зміни серцево-судинної, центральної нервової та ендокринної систем організму людини. Виявлено функціональні порушення в роботі організму, які з часом під впливом електромагнітних полів посилюються, проте, їх наслідки можливо зменшити або усунути в разі припинення впливу електромагнітних випромінювань. Саме чутливість біологічних об'єктів до електромагнітних випромінювань визначає не тільки специфічність проблеми розробки ефективних засобів, методів і матеріалів для захисту, але і її наукову і практичну значимість [2–4].

Отже, перспективним напрямком дослідження в області захисту персоналу від негативної дії електромагнітного випромінювання є розробка нових композиційних будівельних матеріалів з захисними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проектування засобів захисту від електромагнітного випромінювання давно знаходяться у сфері інтересів вчених. Значний внесок у розвиток теорії і практики захисту від електромагнітних випромінювань біологічних та технічних об'єктів внесли такі вчені, як Апполонський С.М., Бугу Н.Н., Гроднев І.І., Дзюндзюк Б.В., Путятін В.П., Сердюк А.М., Ямпольський В.Г. та інші [5–6].

Зазвичай для захисту від електромагнітного випромінювання використовують металеві споруди, сплави різних металів, спеціальні лакофарбові матеріали. Однак, всі вищенаведені матеріали мають ряд недоліків: дефіцитність, дороговизна, енергоємність, піддаються атмосферному впливу, потребують проведення попередніх робіт в заводських умовах.

Найбільш розповсюдженими і дешевими є екрани, що працюють за принципом відбиття електромагнітної хвилі. Їх створюють у вигляді кабін, перегородок, щитів, сіток чи індивідуальних засобів захисту. Ефективними екрануючими матеріалами є метали, для яких характерна висока електропровідність. Металеві екрани виготовляють з листового металу чи металевих сіток для захисту віконних отворів, оглядових вікон в кабінах та ін. Одним з недоліків існуючих екранів і поглиначів потужності є їх непрозорість, або напівпрозорість, що призводить до затемнення приміщень і необхідності в штучному освітленні [7].

Також для захисту широко використовують керамічні матеріали у вигляді плитки та блоків, котрі поєднані між собою шовним матеріалом [8]. Однак, на виробничих об'єктах виникає необхідність створення великогабаритних

монолітних конструкцій, для цього підходять в першу чергу, бетонні та набивні маси, основою яких є спеціальні в'язучі матеріали [9]. Крім того, у склад шовного матеріалу для кріплення керамічних плиток також повинен входити аналогічний цемент.

Огляд літературних даних показав, що створення матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання є актуальним не лише в Україні, але й в усьому світі. На теперішній час проблему складає створення матеріалів, які б мали мінімальну товщину та поглинали б електромагнітні випромінювання в широкому діапазоні частот. Технічна задача полягає в створенні для захисту приміщень однорідної оболонки, здатної ефективно поглинати та відбивати електромагнітні хвилі. Тому найбільш перспективним напрямком дослідження є використання будівельних матеріалів з захисними властивостями.

Метою даної роботи є розробка фізико-хімічних основ отримання захисних композиційних будівельних матеріалів спеціального призначення.

Виклад основного матеріалу

Композиційні матеріали вже давно стали синонімом технічного прогресу у зв'язку з їх використанням в різних галузях промисловості не тільки в Україні. Однак, багато питань, пов'язаних з максимальною реалізацією властивостей цих матеріалів, ще не достатньо вивчені, що особливо позначається в тих галузях науки і техніки, де висуваються жорсткі вимоги до захисних матеріалів, а саме: висока міцність, необхідні феромагнітні характеристики, стійкість до впливу агресивного середовища.

Вирішити вказану задачу можна шляхом створення теоретичної концепції отримання спеціальних в'язучих матеріалів, яка базується на прогнозуванні необхідних комбінацій фаз з врахуванням фундаментальних законів термодинаміки в додатку до фазових рівноваг багатокомпонентних систем в субсолідусній області.

З нашої точки зору, для захисту від зовнішніх електромагнітних полів та випромінювання в середині приміщень при будівництві споруд і проведенні внутрішніх робіт доцільно використовувати самотвердіючі композиційні матеріали на основі композицій барійвмісної системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$. Дана система має у своєму складі алюмінати барію, які забезпечують матеріали в'язучими властивостями, а також ферити барію, які надають матеріалам захисні властивості [10]. Ферити представляють собою магнітні матеріали з незначною електропровідністю, котрі можна віднести до електронних напівпровідників, принцип захисної дії від

електромагнітного випромінювання яких засновано на утворенні вихрових струмів й втрат на перемагнічування матеріалів.

Самотвердіючі композиційні матеріали з необхідними захисними властивостями неможливо отримати без вивчення будови даної системи та взаємозв'язку комбінації фаз. Тому було проведено термодинамічний та експериментальний аналіз субсолідусної будови системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$, приведена тріангуляція даної системи. Встановлено, що система розбивається на 12 елементарних трикутників; надано геометро-топологічну характеристику фаз системи (рис. 1).

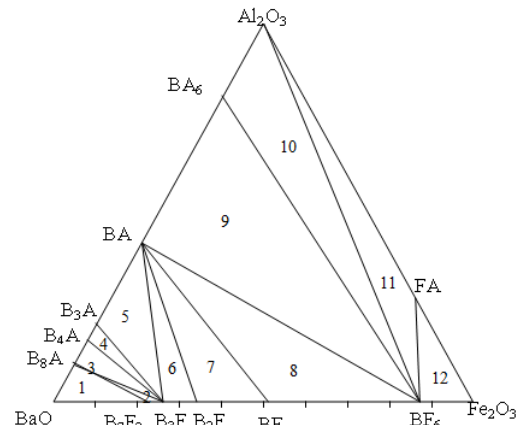


Рис.1 Субсолідусна будова системи $\text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ при температурі 1300 °C

На підставі аналізу оцінки температур і складів евтектик бінарних і потрійних перетинів даної системи було визначено оптимальні перетини для отримання захисних в'язучих матеріалів. Встановлена концентраційна область $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} - \text{BaAl}_2\text{O}_4$, досліджуваної системи, яка містить у собі сполуки, що забезпечують розробленим матеріалам захисні ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) та в'язучі (BaAl_2O_4) властивості.

Розроблено фізико-хімічні основи отримання спеціальних цементів із сировинної суміші, що складається з вуглекислого барію, оксиду заліза і глинозему. Проведено рентгенофазовий аналіз отриманого спеку, встановлено, що основними фазами клінкеру барійвмісного цементу є гексаферит та моноалюмінат барію (рис. 2).

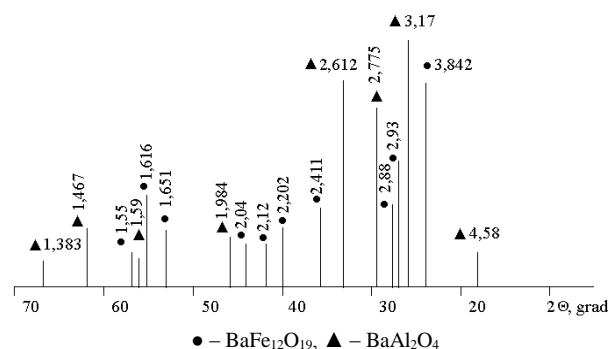


Рис. 2 Штрих-рентгенограма клінкеру барійвмісного цементу з феромагнітними властивостями

Отримані барійвмісні цементи є високоміцними – до 54,2 МПа; швидко-схоплюючимися: терміни тужавіння – початок тужавіння від 35 до 50 хв., кінець – від 1 години 20 хв. до 1 години 40 хв.; в'язучими повітряного твердіння з водоцементним відношенням 0,12 - 0,14.

На основі отриманих спеціальних цементів з захисними властивостями було синтезовано склади бетонних сумішей. Проведені випробування фізико-механічних та технічних бетонних зразків, отриманих на основі розробленого барійвмісного цементу та гексафериту барію, як заповнювача, встановили, що розроблені бетони мають досить високу міцність (50 - 54 МПа) та повністю відповідають вимогам за феромагнітними характеристиками (коерцитивна сила – 97-109 кА/м; температура Кюрі – 430 - 450 °С; питомий електричний опір – $10^4 - 10^5$ Ом·м; тангенс кута діелектричних втрат – $0,9 \cdot 10^{-3} - 1,3 \cdot 10^{-3}$) і можуть бути рекомендовані в якості захисних композиційних матеріалів від негативного впливу електромагнітного випромінювання.

Висновки

Таким чином, композиційні матеріали на основі барійвмісних цементів поліфункціонального призначення з високими експлуатаційними характеристиками можуть знайти своє застосування як в'язучий матеріал у складі бетонів для виробів різної складної конфігурації, в якості шовного матеріалу у енергетичній, будівельній, хімічній та нафтохімічній галузях промисловості. Використання розроблених матеріалів дозволить знизити затрати на виготовлення виробів для захисту від електромагнітного випромінювання. Сукупність комплексу експлуатаційних характеристик та їх поліфункціональність дозволять віднести розроблені матеріали до класу нових ефективних бетонів спеціального призначення та обумовлює їх конкурентоздатність на світовому рівні.

Література

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №476 від 18.12.2002 р. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kodeksy.com.ua/norm_akt/source-%D0%9C%D0%9E%D0%97/type-%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7/476-18.12.2002.htm
2. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Т.А. Хван, П.А. Хван. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 414 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Ч.1. Безопасность жизнедеятельности на железнодорожном транспорте: учебник для вузов

ж.-д. транспорта [Текст] / К.Б. Кузнецов, В.К. Васин, В.И. Купаев, Е.Д. Чернов; Под ред. К.Б. Кузнецова. – М.: Маршрут, 2005. – 576 с.

4. Костыркин, О.В. Теоретические аспекты создания материалов для защиты от электромагнитных излучений [Текст] / О.В. Костыркин, М.Ю. Иващенко, М.О. Костенко // 36. наук. праць. УкрДАЗТ – Харків, 2011. – Вип. 127. – С. 15-17.
5. Сердюк, В.Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона [Текст] / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев. // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №6. – С. 8-12.
6. Лисачук, Г.В. Разработка композиционных покрытий по керамике, экранирующих электромагнитные излучения [Текст] / Г.В. Лисачук [и др.]. // Вестник науки и техники. – 2005. – №23. – Вып 4. – С. 54-59.
7. Нефедов, Л.И. Анализ воздействия электромагнитных полей на биологические объекты [Текст] / Л.И. Нефедов, Аль-Таххан Биляль, В.Д. Сахацкий // Научный вестник строительства. – Харків, 1999. – Вип. 8. – С. 59-63.
8. Стеклокристаллические покрытия по керамике [Текст]: монография / Г.В. Лисачук, М.И. Рыщенко, Л.А. Белостоцкая [и др.]. – Харьков.: НТУ «ХПИ», 2008. – 255 с.
9. Барийсодержащие оксидные системы и вяжущие материалы на их основе [Текст]: монография / Г.Н. Шабанова. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 280 с.
10. Шабанова, Г.Н. Барийжелезосодержащие вяжущие материалы на основе отходов [Текст] / Г.Н. Шабанова, М.И. Ворожбян, О.В. Костыркин, М.Ю. Иващенко // Материалы XX юбилейной (ежегодной) международной научно-технической конференции «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», 11-15 июня 2012 г.: г. Бердянск. Сб. науч. трудов. – Х.: УкрВОДГЕО, 2012. – С. 344-348.

Автор: ВОРОЖБЯН Михайло Іванович

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, доктор технічних наук, професор.

E-mail – JSJS77@ukr.net

Автор: КОСТИРКІН Олег Володимирович

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, кандидат технічних наук, доцент.

Автор: ІВАЩЕНКО Марина Юріївна

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, асистент.

E-mail – marina-ivashhenko@yandex.ru

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ЗАЩИТА ОТ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

М.И. Ворожбян, О.В. Костыркин, М.Ю. Иващенко

Технический прогресс и внедрение технических инноваций приводит к повышению электромагнитного фона, что негативно влияет на биологические и технические объекты и требуют разработки новых защитных материалов. Разработаны физико-химические основы получения специальных барийсодержащих цементов и бетонов на их основе. Проведен анализ исследований физико-механических и технических свойств полученных защитных материалов.

Ключевые слова: электромагнитные поля, излучения, защитные материалы, строительные материалы, цемент, бетон.

**CONSTRUCTION MATERIALS AS THE PROTECTION FROM NEGATIVE INFLUENCE OF
ELECTROMAGNETIC RADIATION**

M.I. Vorozhbiiian, O.V. Kostyrkin, M.Y. Ivashchenko

Technical progress and wide use of electrical energy leads to the use of electromagnetic background that influences human body and environment negatively and requires the development of new materials. The analysis of the existing protective materials against electromagnetic emission is given. The use of construction materials with protective properties is the perspective trend of the in investigation. Three-component BaO – Al₂O₃ – Fe₂O₃ system, containing hydraulically active compositions as well as compositions with protective properties has been chosen for the development of new protective materials. Thermodynamical and experimental analysis of the given system has been conducted. Physics and chemical basics to obtain special barium-containing cements with ferromagnetic properties and concretes, produced on the their base have been developed. The analysis of the investigation of physics and mechanical and technical properties of obtained protective composite has been conducted.

Keyword: electromagnetic fields, radiation, protective materials, composite materials, construction materials, cement, concrete.