

ЧЕРЕПОВЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **Инновационное развитие территорий**

*Материалы III Международной  
научно-практической конференции  
(Череповец, 25–27 февраля 2015 г.)*

- среднее значение разности температур по сторонам стены – 21,83 °С;
  - минимальная температура на внутренней поверхности стены – 14,6 °С;
  - максимальная температура на внутренней поверхности стены – 17,6 °С;
  - колебания температуры на поверхности – 3 °С;
  - среднее значение плотности теплового потока – 4,14 Вт/м<sup>2</sup>;
  - термическое сопротивление теплопередаче панели – 5,27 м<sup>2</sup> · °С/Вт.
2. Для кирпичной кладки:
- средняя температура поверхности фрагмента стены: в теплой зоне – 15,3 °С; в холодной зоне – минус 5,1 °С;
  - среднее значение разности температур по сторонам стены – 20,4 °С;
  - минимальная температура на внутренней поверхности стены – 14,5 °С;
  - максимальная температура на внутренней поверхности стены – 18,1 °С;
  - колебания температуры на поверхности – 3,6 °С;
  - среднее значение плотности теплового потока – 4,55 Вт/м<sup>2</sup>;
  - термическое сопротивление ЛСТК-панели – 4,48 м<sup>2</sup> · °С/Вт.
3. Для полистиролбетона:
- средняя температура поверхности фрагмента стены: в теплой зоне – 15,2 °С; в холодной зоне – минус 5,6 °С;
  - среднее значение разности температур по сторонам стены – 20,8 °С;
  - минимальная температура на внутренней поверхности стены – 12,1 °С;
  - максимальная температура на внутренней поверхности стены – 18,1 °С;
  - колебания температуры на поверхности – 6 °С;
  - среднее значение плотности теплового потока – 3,60 Вт/м<sup>2</sup>;
  - термическое сопротивление ЛСТК-панели – 5,77 м<sup>2</sup> · °С/Вт.

Отапливаемые помещения теряют теплоту через ограждения вследствие разности температур внутреннего и наружного воздуха [5]. Для нормальной жизнедеятельности людей температура внутренней поверхности ограждения не должна сильно отличаться от температуры воздуха в помещении. Разница должна быть меньше заданного значения  $t_n$  – нормируемого температурного перепада. Для стен  $t_n = 4$  °С. В нашем случае это условие выполняется.

Благодаря теплоаккумулирующей способности строительных конструкций кратковременные понижения температуры наружного воздуха не приводят к заметным изменениям параметров внутреннего воздуха помещений [5].

В ходе исследования наблюдались наименьшие колебания температуры на внутренней поверхности ЛСТК-панели, наибольшие – на поверхности полистиролбетона.

Таким образом, здания из ЛСТК-панелей менее чувствительны к колебаниям температуры на улице в течение суток.

Следует отметить, что на данные, полученные в ходе натурных испытаний, оказывают влияние климатические условия района, эксплуатационный режим помещения, технология производства строительных работ, качество кладочного раствора, фактическая воздухопроницаемость стен, инсоляция и другие факторы. Поэтому эти данные могут несколько отличаться от нормативных данных.

#### Литература

1. ГОСТ 14918-80. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия. – URL: <http://metall-energy.ru/gost-14918-80.htm>.
2. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – URL: <http://www.vashdom.ru/gost/26254-84/>
3. Директива 1999/5/ЕС Европейского парламента и совета от 9 марта 1999 года о радиооборудовании и телекоммуникационном терминальном оборудовании и взаимном признании их соответствия. – URL: <http://www.icqc.eu/userfiles/File/Directive1999EC.doc>.
4. Корниенко С.В. Комплексная оценка теплозащиты ограждающих конструкций оболочки здания // Magazine of Engineering. – 2012. – № 7. – С. 43–47.
5. Малявина Е.Г. Теплотери здания: Справочное пособие. – М.: Изд-во АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.

УДК 691.33

**В.Р. Сердюк, А.В. Христич**

Винницкий национальный технический университет, Украина

### РАДИОЭКРАНИРУЮЩИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗКЛИНКЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО

Среди существующего перечня вредных факторов, отрицательно влияющих на окружающую среду и население Земли, особое внимание уделяется проникающим электромагнитным излучениям (ЭМИ). В

больших промышленных городах, наряду с большим количеством антенных передающих систем, существенный вклад в качестве искусственных источников ЭМИ вносят так называемые наведённые излучате-

ли. Такими устройствами являются приборы, генерирующие энергию электромагнитных полей, которые используют её локально без систем связи и телекоммуникационных сетей. В крупных промышленных городах средний уровень «электромагнитного загрязнения» может превышать природный уровень в сотни и тысячи раз. Так, в крупных зарубежных городах более 50% населения постоянно подвергаются вредному ЭМИ с нагрузками, превышающими 5 мкВт/см<sup>2</sup>. Например, в физиотерапевтических кабинетах медучреждений кратковременные процедурные ЭМИ создают плотность потоков излучения (ППИ), равную 30–80 мкВт/см<sup>2</sup> [1, 4].

Среди существующих систем и способов защиты от вредного влияния ЭМИ на биологические объекты наиболее распространёнными являются локальные технические средства. В основу защитных свойств таких конструкций положены принципы поглощения и отражения. При этом учитывается, что в области высокочастотных ЭМИ предпочтение отдаётся радиопоглощающим конструкциям, а для излучений средней и низкой частоты – радиоэкранирующим. Таким образом, при проектировании и строительстве экранов биологической защиты от ЭМИ следует использовать материалы, обладающие полифункциональными свойствами по отношению к конструкционно-эксплуатационным характеристикам, радиоэкранирующим и радиопоглощающим способностям.

В отечественной и зарубежной практике строительства экранов для защиты от ЭМИ в широкое применение находят композиционные строительные материалы с включениями токопроводящих компонентов (железо и углерод). Такие защитные системы различают по конструкционным и электрофизическим свойствам, а также по рабочему диапазону излучений. По конструкционным свойствам экраны могут быть однослойные, многослойные, ячеистые, вариотропные, шиповидные и комбинированные. По электрофизическим свойствам – диэлектрические, ферритовые, феррит-диэлектрические [2, 3].

Для защиты от вредного влияния ЭМИ используются цельнометаллические конструкции, ферритовые покрытия, металлизированные полимеры, металлические сетчатые конструкции, металлизированные стёкла, железобетонные конструкции и металлонасыщенные композиционные материалы ячеистой структуры [3]. В работах [3, 5] отмечено, что в результате использования порошков железа, алюминия, цинка, меди, свинца, никеля и серебра как наполнителя при изготовлении композиционных материалов получены радиопоглощающие и радиоза-

щитные покрытия с широким диапазоном эксплуатационных параметров.

Разработка и исследование строительных материалов с использованием отходов химической промышленности (фосфогипсы), энергетических предприятий (ТЭС) и металлообрабатывающих производств (металлические шламы) способствует решению важных народнохозяйственных задач и экологических проблем защиты от ЭМИ. Созданный учеными Винницкого национального технического университета бетон электропроводный металлонасыщенный (бетэл-м) является полифункциональным композиционным строительным материалом, обладающим электрофизическими свойствами. Использование в качестве токопроводящего микронаполнителя порошков металлических шламов способствовало получению нового строительного материала с широким диапазоном конструкционных, физико-химических и электрофизических свойств.

В современном материаловедении относительно новым направлением является создание безklinkерных металлофосфатных систем как альтернативы композиционным жаростойким стройматериалам. Среди разновидностей таких материалов были получены феррифосфатный и феррофосфатный цементы, способные выдерживать высокие температурные нагрузки. Металлофосфатный цемент широко используется в производстве жаростойких бетонов. В качестве оксидированного компонента вяжущего используют железосодержащие отходы промышленности. В качестве такого компонента использовались пиритные огарки, содержащие 70÷75% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5÷6% FeO, около 14% кварца и 1÷1,5% сульфатов. Исследованиями установлено, что изменение физико-механических свойств материала можно регулировать с помощью варьирования концентрации кислот в составе воды затворения (см. таблицу).

Замена железосодержащих пиритных огарков на металлические порошки (отходы металлообрабатывающей промышленности) позволила получить новый композиционный строительный материал, являющийся аналогом ранее созданному бетэлу-м. Содержание оксидов железа в составе металлических порошков (FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, растворы Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в FeO и FeO (ОН)), образовавшихся в процессе металлообработки, способствует созданию полифункциональных структур с комплексом физико-механических и электрофизических свойств. Для изготовления образцов в составе вяжущего использовались фосфогипс (отвальные отходы химзавода), зола-унос Ладыжинской ТЭС, мелкодисперсный металлический наполнитель (отходы шламоудаления).

**Влияние концентрации кислотных растворов на прочность цементного камня**

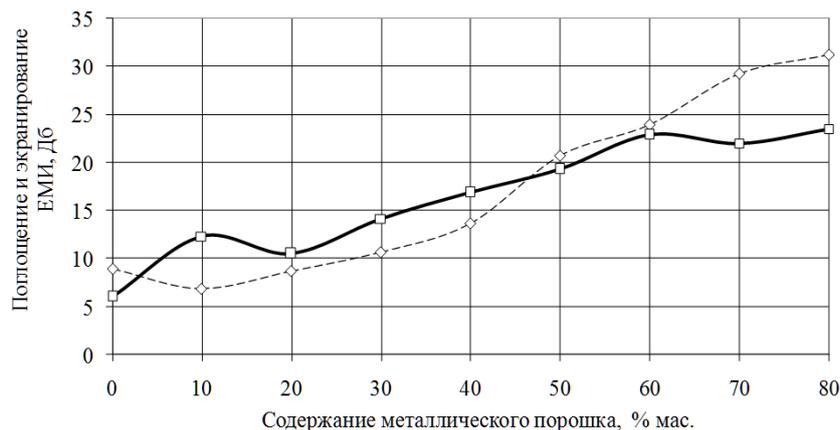
Концентрация раствора ортофосфорной кислоты, % мас.	Сроки схватывания, начало – окончание, час–мин	Предел прочности при сжатии, МПа, после нагрева до температуры, °С					
		200	400	600	800	1000	1200
30	4–05 ÷ 6–30	18	9,8	6,5	5,6	4,8	11,5
50	2–05 ÷ 4–15	41	29,7	25,5	24,6	22,1	32,4
70	0–45 ÷ 1–50	54	44,8	42,3	40,4	38,7	45,6

Использование безклинкерного вяжущего на основе металлофосфатов и добавки золы-уноса позволили создать новый строительный материал с комплексом полифункциональных свойств. Полученный композиционный материал по своим физико-механическим характеристикам соизмерим с конструкционными строительными материалами. Испытания образцов показали, что при содержании металлического наполнителя в пределах 35–45% мас. в составе смеси, прочность при сжатии составляет 6,5–8,4 МПа при средней плотности 1780–2160 кг/м<sup>3</sup>.

Предварительный анализ существующих радиозащитных экранов показал, что образцы металлонасыщенного композиционного материала совместно с физико-механическими характеристиками должны иметь и электрофизические свойства. Результаты исследований показывают, что при изменении содержания в составе смеси металлического наполнителя в пределах 20 – 40 % мас. значения удельного сопротивления материала увеличиваются от  $10,4 \cdot 10^{-3}$  Ом · м до 2,3 Ом · м. Свойства полученных образцов характерны для традиционных ферритовых материалов, такие покрытия благодаря невысокой электромагнитной способности имеют невысокие радиоэкранирующие характеристики и повышенные радиопоглощающие свойства [6].

На рисунке представлена графическая интерпретация результатов исследования радиоэкранирующих и радиопоглощающих характеристик образцов металлофосфатного композиционного материала.

Представленные результаты экспериментальных исследований подтверждают обоснованную гипотезу возможности получения нового эффективного материала для создания барьерной защиты от ЭМИ. Динамика изменения экранирующих характеристик образцов подтверждает существующие положения, что при увеличении токопроводящих свойств композиционного материала и его средней плотности возрастают его экранирующие (отражающие) способности. Поглощающие свойства моделей экрана стабильно проявляются при содержании металлического наполнителя в составе смеси от 20 до 60 % мас. Очевидно, что при увеличении количества металлического порошка более 40% мас. в составе смеси будет ухудшение его физико-механических характеристик.



Взаимосвязь радиозащитных характеристик образцов и содержания металлического наполнителя в составе композиционного материала:  
 ————— поглощение; - - - - - экранирование

Представленные научные результаты исследования образцов металлонасыщенного композиционного материала, полученного на основе безклинкерного вяжущего, являются свидетельством получения нового радиозащитного стройматериала для сооружения барьерных экранов. Целесообразность и эффективность применения таких покрытий и конструкций подтверждается также использованием вторичных продуктов энергетической, химической и металлообрабатывающей промышленности, что приводит к сокращению вредных влияний на окружающую среду.

#### Литература

1. Григорьева Ю.Г. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 176 с.
2. Крылов В.А., Юрченко Т.В. Защита от электромагнитных излучений. – М.: Сов. радио, 1972. – 216 с.
3. Каден Г. Электромагнитные экраны. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 327 с.
4. Радиочастоты и микроволны: совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Всемирной организации здравоохранения и Международной ассоциации по радиационной защите. – М.: Медицина, 1984. – 145 с.
5. Павлов В.Ф., Хоменко С.И. Применение поглотителей электромагнитных волн для снижения фона излучения зеркальных антенн. – Харьков: Ин-т радиофиз. и электр. АН УССР, 1990. – 35 с.
6. Сердюк В. Р., Лемешев М.С. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона // Строительные материалы и изделия. – 2005. – № 4. – С. 8 – 12.