

Д.т.н., проф. Сердюк В. Р., к.т.н. Христич О.В.,
к.т.н. Ковальський В.П., к.т.н. Лемешев М.С., к.арх. Смоляк В.В.,
Винницький національний технічний університет

БУДІВЕЛЬНІ СУМІШІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕНТГЕНОЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Проблема радіаційної безпеки для сучасної світової спільноти по своїй актуальності серед широкої гами факторів шкідливих впливів на оточуюче середовище займає одне із чільних місць. Однією з першопричин виникнення і поширення такого явища стало широке застосування природних і штучних джерел іонізуючих випромінювань в енергетиці, медицині, машинобудуванні, науці, сільському господарстві, оборонній, космічній та інших галузях народного господарства.

В сучасній будівельній практиці для виготовлення радіаційно-захисних екранів використовуються як традиційні (звичайний бетон, розчин, цегла) так і спеціальні (баритовий, лимонитовий, магнетитовий, гематитовий, барій-серпентинитовий, хромітовий бетони) будівельні матеріали. Вибір того чи іншого будівельного матеріалу для радіаційно-захисного екрану пояснюється режимом і умовами опромінення, конструктивними характеристиками бар'єру, вимогами довговічності експлуатації і капіталовкладеннями.

Отримані нами результати наукових розробок і дослідження поліфункціональних властивостей електропровідного металонасиченого бетону (бетел-М) підтверджують можливість створення нового різновиду спеціальних будівельних сумішей для виготовлення конструкцій біологічного захисту від рентгенівських випромінювань. Як в'язуче, у складі бетелу-М використовуються портландцементи, для набування матеріалом радіаційно-захисних властивостей до складу суміші додавали дрібнодисперсний металевий наповнювач (відходи металообробних виробництв), регулювання щільності структури покриттів забезпечувалось додаванням до складу суміші дрібнозернистого кварцового наповнювача. Також у складі будівельних сумішей використовувались добавки пластифікатори і природні матеріали – відходи каменеобробки.

Попередньо проведені дослідження кількісних характеристик послаблення іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів зразками-моделями біологічного захисту з бетелу-М свідчать про можливість впровадження такого матеріалу в будівництві. Результати наукових досліджень зразків показали, що вони характеризуються різними фізико-механічними і електротехнічними параметрами. Міцність при стиску в залежності від рецептур сумішей змінюється в межах від 2 до 40 МПа, середня густина в межах 1760 – 2300 кг/м³, питомий електричний опір – від $2 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Ом·м [1-2].

В приміщеннях променевої діагностики медичних закладів використовуються штучні джерела фотонного випромінювання – рентгенівські трубки, в яких

енергія гамма-квантів може змінюватися в межах від 0,01MeV до 1,0 MeV. Послаблення відбитого і розсіяного випромінювання відбувається за рахунок взаємодії його з матеріалами екранів стаціонарного захисту огорожуючих конструкцій рентгенкабінету. Кількісні характеристики взаємодії випромінювань з матеріалом екрану дорівнюють лінійному коефіцієнту послаблення, який характеризує відносне зменшення інтенсивності випромінювання в результаті проникнення його через поглинаючу речовину товщиною в 1 см [3-4].

Слід врахувати, що лінійний коефіцієнт послаблення пропорційний густині матеріалу екрану, яка як правило не має постійної сталої величини і в більшості випадків залежить від фізичного стану матеріалу захисту. З метою уникнення таких факторів запропоновано ввести нову величину кількісних характеристик – масовий коефіцієнт послаблення. Він характеризує послаблення потоку гамма-випромінювання в одиниці маси речовини захисту і може бути визначений за формулою [4].

Отримані результати експериментальних досліджень і теоретичні обґрунтування процесів послаблення радіаційних випромінювань в структурі матеріалу біологічного захисту вказують на необхідність проведення наукового пошуку по удосконаленню технологічних параметрів виготовлення нового різновиду будівельних матеріалів для виготовлення рентгенозахисних покриттів. Для встановлення оптимальних технологічних параметрів виготовлення будівельних сумішей авторами проведено комплексні дослідження шести серій попередньо прийнятих складів сумішей бетелу-М з різним вмістом дрібнодисперсного металевого наповнювача (порошки плавів). Графічна інтерпретація середніх значень результатів досліджень фізико-механічних характеристик зразків виготовлених з металонасичених сумішей представлена на рисунку 1.

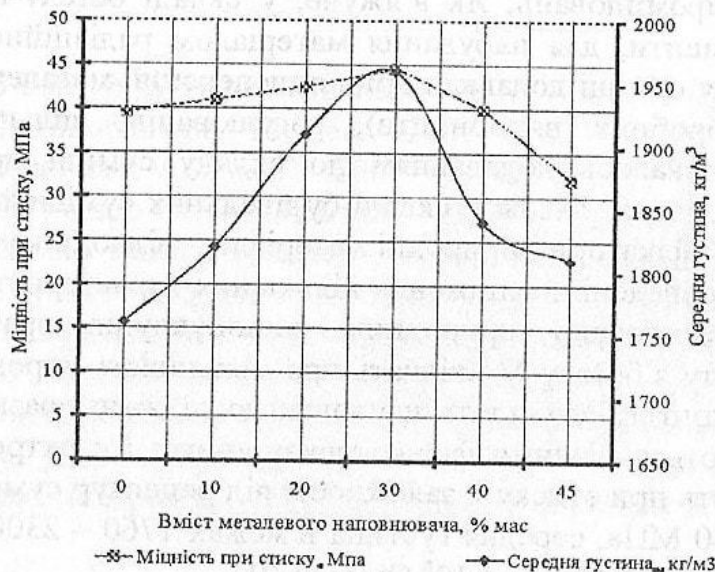


Рис. 1. Вплив рецептурних параметрів на фізико-механічні характеристики зразків

Представлені на рис. 1 результати досліджень показують, що оптимальне значення середньої густини і механічних характеристик отримані для зразків з вмістом дисперсного металевого наповнювача 30% по масі сухих компонентів суміші. Отримані характеристики відповідають нормативним вимогам, які регламентовані будівельними нормами щодо сухих сумішей для виготовлення оздоблювальних покриттів.

Експериментальні дослідження екрануючих характеристик зразків-моделей покриття стаціонарного захисту проводилась за допомогою рентгенівського апарату РУМ-20М з алюмінієвим фільтром товщиною 3мм. Для випробувань використовувались зразки-моделі біологічного захисту, виготовлені за різними технологічними параметрами. Дослідження проводились в геометрії вузького пучка випромінювань в «жорсткому» режимі – 76-250-2с, що означає: напругу на рентгенівській трубці – 76 кВ; силу струму 250 мА; тривалість опромінення 2 секунди. Такий режим відповідає потужності гамма-випромінювання енергетичних спектрів до 1.0 MeV [4, 5].

Критерієм рентгено-захисних властивостей дослідного зразка було зображення на рентгенівській плівці металевго предмету розсташованого за екрануючим матеріалом і колір самого знімку. Для прив'язки отриманих результатів якісних характеристик послаблення випромінювань до кількісних величин був прийнятий умовний коефіцієнт захисту. Так за нульовий рівень екранування прийняли темні знімки з чітким білим зображенням металевго предмету, за одиницю – відсутність будь якого зображення на світлому фоні плівки (поток гамма-квантів поглинутий матеріалом зразка). По якості отриманих зображень отримані знімки розділили на 5 умовних значень коефіцієнту – 0; 0.25; 0.5; 0.75 і 1.0. Результати аналітичних розрахунків кількісних показників послаблення випромінювань і експериментальних досліджень представлені на рис.2.



Рис. 2. Результати аналітичних і експериментальних досліджень зразків рентгено-захисних будівельних сумішей

Представлені на рис.1 і 2 результати досліджень зразків металонасичених сумішей показують, що по мірі збільшення вмісту дрібнодисперсного реакційно-здатного металевого наповнювача, рентгенозахисні властивості таких матеріалів покращуються. Поясненням збільшення показників рентгенівського захисту для таких матеріалів можуть бути як процеси взаємодії так і електрофізичні властивості композиційних матеріалів. Втрати енергії іонізуючого випромінювання по мірі проникнення через зразки-моделі матеріалу зі струмопровідною матрицею також може пояснюватись його двоякою природою.

Отримані експериментально коефіцієнти умовного захисту для дослідних зразків при товщині стаціонарного захисту 0.055 м еквівалентні традиційним баритовим екранам. Для остаточного рішення щодо впровадження такого матеріалу в будівництві необхідно визначення експериментальних кількісних показників послаблення рентгенівського випромінювання на спеціалізованому обладнанні, а також відповідні нормативно-технічні обґрунтування.

Література:

1. Сердюк В.Р., Христин О.В. Новий різновид спеціальних бетонів – бетел-м//Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Зб. наук. праць. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – С. 18 – 27.
2. Сердюк В.Р., Лемешев М.С., Христин О.В. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: ВДТУ, 1997.- №2.- С. 5 – 9.
3. Хараджа Ф., Н., Рентгенотехника.- М.-Л.: Оборонгиз, 1968.- 201 с.
4. Гусев Н. Г., Машкович В. П., Суворов А. П. Защита от ионизирующих излучений, Т. 1. Физические основы защиты от излучений / Под общей редакцией Н. Г. Гусева. – М.: Атомиздат, 1980. – 461 с.
5. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности.– М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.