

## Послаблення іонізуючих випромінювань бетелом-м

д.т.н Сердюк В.Р., асп. Христич О.В. (м.Вінниця),

д.м.н. Карачов І.І., інж. Берсіров І.П. (м.Київ)

Для більшості розвинутих країн проблема захисту живого організму від шкідливих впливів іонізуючих випромінювань по актуальності займає одне з перших місць. Значення середньорічної ефективної еквівалентної дози на одного жителя колишнього СРСР складало до 4 мЗв і ця цифра ще не являється порогом. Величина дози має тенденцію до росту (техногенний фактор) в основному за рахунок поширення масштабів використання джерел, які генерують іонізуюче випромінювання в медицині, науці, енергетиці, будівництві, промисловості, оборонній та інших галузях [1,2].

У світовій практиці радіаційного захисту широкою популярністю набули бетони. Вони являють собою суміш елементів з малою і середньою атомною вагою і служать задовільним захисним екраном від змішаного гамма- і нейтронного випромінювань. При спорудженні біологічного захисту реакторів, сковищ радіоактивних сировини і відходів використовуються бетони щільністю від 2.1 до 5.3 г/см<sup>3</sup>, величина якої залежить від виду наповнювача (лімоніт, магнетит, барит, металевий скрап та ін.) [3]. Ними пропонується новий вид композиційних матеріалів для радіаційного захисту - бетел-м (бетон електропровідний металонасичений). Електропровідним наповнювачем його вперше використовуються відходи промисловості - шлами сталі ШХ-15 [4].

Під час взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною відбувається його послаблення, яке напряму пов'язане з особливостями самої структури матеріалу, його стану і хімічного складу. Такі фізичні властивості, як  $\mu$  (лінійний коефіцієнт послаблення) і  $\Delta_{1/2}$  (товщина шару половинного поглинання), що в подальшому розглядаються нами, являються показниками, порівнюючи які можна робити висновки про захисні властивості того чи іншого матеріалу. До таких, які мають підвищені захисні властивості відносяться свинець і сталь [5]. Передбачається, що використання бетелу-м в якості

кислотного екрану може бути альтернативою для деяких існуючих матеріалів (металеві і свинцеві екрани, баритові бетони та ін.).

Моделі екранів для послаблення іонізуючого випромінювання були сформовані методом пресування під тиском до 2 МПа у вигляді повнотілих плит діаметром 100 мм і товщиною від 20 до 78 мм. По технології цукатурних робіт, за два прийоми виготовлялись плитки 100×100×20 мм. В зразках варіювались як основний склад (співвідношення компонентів), так і склад і вид наповнювача: по крупності (діаметр сит 0.14-1.25), по способу очищення шламів від залишків змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) (випалювання при +400°C, промивання в лужному розчині КМ-19, неочищений метал).

На основі результатів експерименту було встановлено, що максимальна щільність пресованих зразків складає - 2.7 г/см<sup>3</sup> при концентрації металевого наповнювача 60% по масі, щільність цукатурок досягає 2.06 г/см<sup>3</sup> при концентрації металу - 68%. Збільшення кількості дисперсного електропровідного наповнювача призводить до зменшення щільності внаслідок збільшення питомої поверхні. Встановлені оптимальні В/Т: 0.12-0.16 - для пресованих зразків і 0.33-0.38 - для цукатурок. Використання відпаленого шлему призводить до збільшення водопотреб і як наслідок зниження щільності матеріалу. Це можна пояснити наявністю сажі (продукти згорання ЗОР) і повторним окисленням металу.

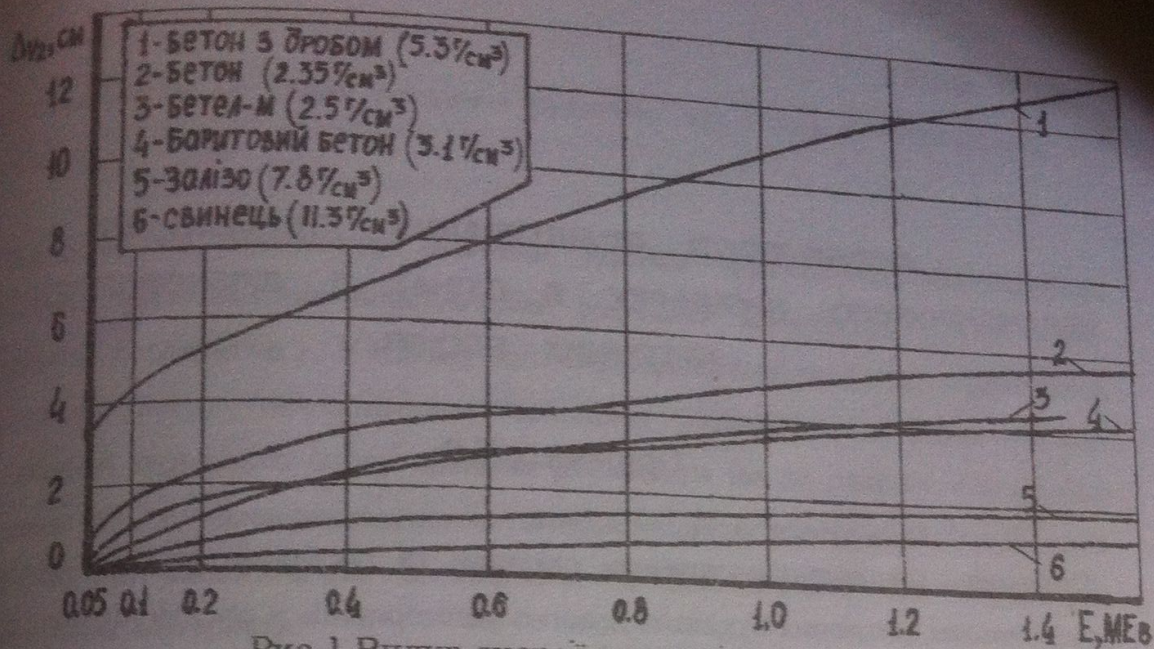
Фізичні властивості бетону-м -  $\mu$  і  $\Delta_{1/2}$  досліджувались сумісно з лабораторією радіаційної гігієни Українського науково-гігієнічного центру (м. Київ). В першому випадку екрануючі параметри при взаємодії випромінювань визначались в геометрії широкого пучка, в другому випадку з вузьким пучком іонізуючого випромінювання [5]. В якості пристрою, що реєструє проникле через матеріал випромінювання використовувався гамма-спектрометр SILENA з напівпровідниковим детектором. Джерела гамма-випромінювань приведені в таблиці.

Характеристики захисних властивостей металонасичених бетонів приведені на рис. 1. Дані для сталі, свинцю, бетону і бетонів на важких наповнювачах приведені з літературних джерел [3, 5, 6].

№ п/п	Енергія $\gamma$ -квантів, кЕв	Радіонуклід	Участь в експерименті	Час вимірювання, с
1	59.0	Am - 241	1 / 2	3600 / 3 × 1000
2	121.8	Eu - 152	1 / 2	3600 / 3 × 1000
3	344.3	Eu - 152	1	3600
4	511	Na - 22	1	3600
5	661.6	Cs - 137	1 / 2	3600 / 3 × 1000
6	778.9	Eu - 152	1	3600
7	964	Eu - 152	1	3600
8	1112	Eu - 152	1	3600
9	1270	Na - 22	1 / 2	3600 / 3 × 1000
10	1408	Eu - 152	1	3600

Перевіркою захисних властивостей зразків бетелу-м встановлено, що на екрануючу здатність матеріалу впливає його середня щільність і концентрація металевих наповнювачів. Так для пресованих плиток чітко проглядаються зміни  $\mu$  в діапазоні  $\rho_m$  від 2.1 до 2.7 г/см<sup>3</sup>. Послаблення інтенсивності випромінювання не залежить від виду металу (очищений, неочищений), хоча останнє в деякій мірі впливає на щільність зразків. По своїм екрануючим характеристикам бетел-м майже співпадає з баритовим бетоном і майже в 2.5 рази ефективніший за бетон з дробом (рис. 1).

По екрануванню іонізуючого випромінювання бетел-м на мікроскопічному рівні можна порівняти з гетерогенними системами (багатошарові матеріали з великою поверхнею розділу фаз), послаблення енергії  $\gamma$ -квантів відбувається в результаті багаторазових відбивань і поглинання. Бетел-м являється ізотропним матеріалом і вважається, що на макроскопічно-



му рівні однією із захисних характеристик є сила тертя. В результаті комптонівського розсіювання (матеріали з середнім  $Z$  і  $E_\gamma < 1.022$  Мев) при взаємодії з речовиною відбувається зменшення інтенсивності випромінювань. В подальшій взаємодії випромінювань з бетелом-м воно поглинається за рахунок фотоелектричного ефекту [6].

#### Література

1. Радияция. Дозы, эффекты, риск пер. с англ. Банникова Ю.А. - М.: Мир, 1988. - 79с.
2. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 118с.
3. Бродер Д.Л., Зайцев Л.Н. и др. Бетон в защите ядерных установок. - М.: Атомиздат, 1966. - 240с.
4. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный. - Винница.: Континент, 1993. - 240с.
5. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 352с.
6. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. - М.: Атомиздат, 1970. - 399с.