

Нетрадиционные эффективные материалы для защиты от нейтронов

В.Б. Гетманов

Московский государственный строительный университет, Россия

Исторически сложилось, что обычный строительный железобетон с плотностью $\approx 2,5 \text{ г/см}^3$ наиболее широко используется в защитных конструкциях на ускорителях как универсальный композиционный материал, в составе которого присутствует широкий ассортимент химических элементов от водорода (H) до железа (Fe). Однако зачастую в конкретных условиях стабильных спектров излучения универсальность строительного железобетона не позволяет минимизировать габариты защитных конструкций.

В практике создания эффективных защитных конструкций известны отдельные случаи использования таких материалов, как полиэтилен, карбид бора, свинец листовой, и более широко — стальные листы и слябы, а также скрап и железосодержащие руды в качестве заполнителей для бетонов. Использование таких материалов, с одной стороны, приводит к значительному удорожанию защитных конструкций, с другой, не обеспечивает технологической эффективности создания этих конструкций.

В качестве альтернативных материалов дорогостоящим полиэтилену и карбиду бора нами исследована возможность использования в защитных конструкциях регенерированной резины и шлака ферробора, являющихся технологическими отходами соответствующих производств. В качестве альтернативы железорудным заполнителям и листовому свинцу нами используется окалина прокатная — отходы металлургического производства, а также свинцовая дробь в качестве заполнителей для бетона.

Наши технологические испытания показали, что регенерированная резина может использоваться как в качестве самостоятельного материала для защиты от низкоэнергетических нейтронов, который мы назвали “Реззон”, так и в качестве дополнительного заполнителя в бетонных смесях. Шлаки ферробора в измельченном виде могут вводиться в составы “Реззонов” и бетонов для изготовления защитных конструкций в полях излучений с преобладанием тепловых нейтронов.

Использование окалины прокатной в качестве заполнителя для бетона позволяет изготавливать бетоны с плотностью до $3,5 \text{ г/см}^3$, которые оказываются экономичнее бетонов на железорудных заполнителях.

Экзотические бетоны с заполнителем из свинцовой дроби позволяют довести плотность бетона практически до плотности стали, предоставляя возможность изготовить защиту практически любой геометрической сложности, обеспечивают защитную эффективность стальной защиты. Возможная область применения таких бетонов — например, в мишенных или дробящих станциях, а также в малогабаритных серийных промышленных ускорителях.

Некоторые защитные и экономические показатели характерных материалов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1: Толщина слоя десятикратного ослабления эквивалентной дозы — δ 1/10, см. работу [1].

№№ п/п	Наименование материала	Для “мягкого” спектра	Для “жест-” кого” спектра	Для облицов- ки стен лабиринтов
1.	Бетон обычный на известняке и кварцевом песке	78	110	—
2.	Бетон на шлаке ферробора	62	105	—
3.	Бетон на шлаке ферробора с резиной	28	115	—
4.	Бетон на окалине прокатной	22	65	—
5.	Бетон на окалине и свинцовой дробью	54	30	—
6.	Полиэтилен	8	230	10
7.	Полиэтилен борированный	6	220	8
8.	“Реззон”	10	185	12

Таблица 2: Техничко-экономические показатели некоторых специальных защитных бетонов.

№№ п/п	Вид бетона	Объемная масса бетон- ной смеси, кг/м ³	Ориентировоч- ная стои- мость, руб/м ³ (*)
1.	Обычный	2318	15,5
2.	Тяжелый с гематитом	3273	44,0
3.	Тяжелый со скрапом	4683	296,5
4.	Полимербетон на мономере ФАМ	2340	175,0
5.	Полимербетон на гематите и мономере ФАМ	3246	215,0
6.	Полимербетон на стальном скрапе и мономере ФАМ	4683	469,0
7.	Бетон со шлаком ферробора	2380	33,0
8.	Бетон на окалине прокатной	3510	43,4
9.	Бетон на скрапе со стальной дробью	6300	638,6
10.	Бетон на свинцовой дробью	7770	8103,8

*) Ориентировочная стоимость дана в ценах 1984 года.

Список литературы

- [1] Гетманов В.Б., Крючков В.П., Лебедев В.Н., Суманев О.В. Ослабление эквивалентной дозы нейтронов в геометрии вентиляционной шахты УНК. XIII Совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов, ОИЯИ, Дубна 13-15 октября 1992, с.189.