

*Матюхин П. В., канд. техн. наук, доц.,
Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,
Ястребинский Р. Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Бондаренко Ю. М., аспирант*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОКОНСТРУКЦИОННЫХ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТОВ

mpvbgtu@mail.ru

Рассмотрен вопрос перспективы создания современных высококонструкционных радиационно-защитных металлокомпозиционных материалов. Наибольший интерес среди таких композиционных материалов представляет высококонструкционный неорганический металлокомпозиционный материал на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита), оксида висмута и дюралевой матрицы.

Ключевые слова: радиационно-защитный композит, металлокомпозиционный материал, свойство, прочность, характеристики, измерения, гематит, оксид висмута, дюраль.

Широкое использование в обиходе человека источников ионизирующего излучения требует уделять особое внимание вопросам обеспечения радиационной безопасности на всех объектах, использующих данные источники.

Одним из важных элементов радиационной безопасности является защитный материал, который в зависимости от области применения должен обеспечивать бесперебойное функционирование объекта, при этом, постоянно обеспечивая высокий уровень биологической безопасности. Решение таких задач требует разработки новых эффективных конструкционных радиационно-защитных материалов с заданными свойствами.

Радиационно-защитные материалы нового поколения должны обладать: высокой плотностью, которая обеспечивает эффективное поглощение излучения; низкой наведенной радиоактивностью; высокой термической стойкостью; высокими физико-механическими показателями, так как защита от излучений во многих случаях выполняет роль несущей конструкции; невысокими значениями модуля упругости, способствующего уменьшению напряжения на растяжение в результате их нагрева; высокими значениями теплопроводности для уменьшения температурного градиента по толщине защиты; минимальными значениями разности температурных коэффициентов линейного расширения их составляющих частей, что обеспечивает монолитность композита при его эксплуатации в знакопеременных температурах; минимальной усадкой при монтаже и эксплуатации; водо- и газонепроницаемостью; химической инертностью; высокой коррозионной стойкостью; технологичностью; невысокой стоимостью [1].

В природе нельзя найти материала, удовлетворяющего всем вышеприведенным требованиям. Поэтому одним из перспективных направлений создания таких современных радиационно-защитных материалов является разработка высококонструкционных металлокомпозиционных материалов путем совмещения в конгломерат различных компонентов, которые в дальнейшем будут придавать композиту свои уникальные свойства.

При разработке таких композиционных материалов необходимо осуществить правильный выбор компонентов (наполнитель, матрица), определить рецептуру и режимы технологического процесса изготовления, обеспечивающих получение материала с оптимальной структурой и заданными свойствами.

Для радиационной защиты на сегодняшний день используют различные композиционные материалы, как облицовочные, так и материалы, несущие значительные конструкционные нагрузки. Матрицы таких композиционных материалов могут быть представлены резиноподобными полимерами, смесями эпоксидной смолы, портландцемента и жидкого стекла, баритовыми и сернистыми бетонами с различными модификаторами и многими другими. В качестве наполнителей используют соединения свинца, железоксидные системы, марганцевые и силикомарганцевые ферросплавы, стекло, керамику и др. [2].

Особый интерес представляют собой конструкционные металлокомпозиционные материалы состоящие из специальных наполнителей естественного и искусственного происхождения (граниты, базальты, известняки, доломиты, кварциты, мрамор, металлургические и топливные шлаки, золы, керамзит, железок-

сидные системы и др.), упакованных в металлических матрицах (алюминиевую, свинцовую, медную, оловянную и др.) [3].

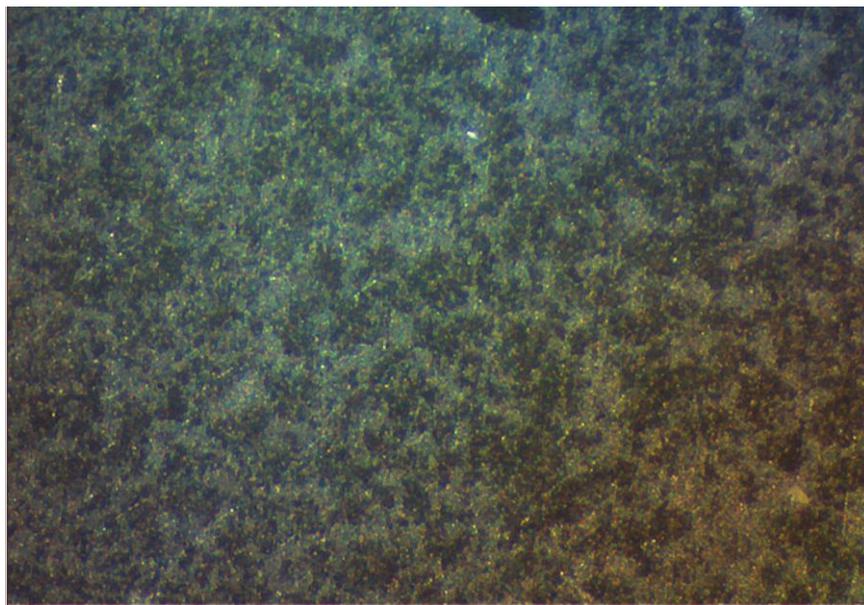
Ввиду постоянно увеличивающихся экологических требований к материалам, с которыми осуществляется непосредственный контакт обслуживающего персонала, рационально использовать в процессе разработки и получения композиционного материала его экологически чистых составляющих компонентов.

Одним из таких композитов является высококонструкционный неорганический радиаци-

онно-защитный металлокомпозиционный материал на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы. На рис. 1. приведена оптическая фотография внешнего вида лабораторного образца такого металлокомпози-та, выполненного в форме цилиндра. На рис. 2. представлена оптическая микрофотография среза металлокомпози-та, которая позволяет говорить об однородности материала.



Рисунок 1. Внешний вид лабораторного образца высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы



х90

Рисунок 2. Оптическая микрофотографии среза высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материал на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы

В табл. 1. приведены основные физико-механические свойства высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе вы-

сокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы

№ п/п	Показатель	Значение
1	Плотность, кг/м ³	3945
2	Прочность на сжатие, МПа	790
3	Прочность на изгиб, МПа	290
4	Прочность на растяжение, МПа	$215 \cdot 10^3$
5	Твердость по Бринеллю, НВ (10, 3000, 10)	207
6	Твердость по Роквеллу, НРВ	85
7	Микротвердость по Виккерсу, МПа	4000
8	Водопоглощение в теч. 30 сут., %	0
9	Температура эксплуатации без потери геометрии, °С	до 550

Металлокомпозиционный материал обеспечивает эффективную биологическую защиту от быстрых электронов с энергией до 6,2 МэВ с поглощенной дозой до 2 МГр и γ -излучения в энергетическом диапазоне 0,06–1,2 МэВ с поглощенной дозой до 10 МГр

Сочетание высоких прочностных, эксплуатационных и радиационно-защитных свойств таких металлических композитов, позволяет использовать их в качестве несущих конструкций на ядерно-энергетических объектах, включая электронные ускорители, а так же в авиакосмической промышленности, военно-морском флоте.

На наш взгляд, дальнейшая разработка и проектирование таких высококонструкционных металлокомпозиционных материалов является наиболее перспективным направлением в атомно-строительной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радиационно-защитные и коррозионно-стойкие серные строительные материалы [Текст] / Е.В. Королев [и др.]-М.: Изд-во «Палеотип», 2006.-272С.-ISBN 5-94727-123-0
2. *Онищук, В.И.* Особенности формирования структуры и свойства композиционного материала для радиационной защиты [Текст] / В.И. Онищук, Н.А. Четвериков, В.И. Павленко// Перспективные материалы.№4.-2010.-С.34-40
3. *Болдырев, А.М.* Анализ механизмов образования соединений металлической матрицы с неметаллическим наполнителем в металлобетонах [Текст] / А.М. Болдырев, А.С. Орлов, Е.Г. Рубцова// Междунар. конф. «Сварка и родственные технологии в строительстве и стройиндустрии»/ М.: Изд-во ЦРДЗ, 1994.-С.93-94.