

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГАЛЛУАЗИТОВОЙ ГЛИНЫ С НАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Бодуленко С.Е.¹, Воложенинов Т.П.¹, Касков Д.О.¹, Махмуд К.А.¹,
Ташлыков О.Л.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н.
Ельцина, Екатеринбург, Россия
E-mail: sbodulenko@inbox.ru

COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE MODIFICATION OF THE STRUCTURE OF GALLOISITE CLAY WITH FILLER FROM WASTE FROM THE METALLURGICAL INDUSTRY

Bodulenko S.E.¹, Volozheninov T.P.¹, Kaskov D.O.¹, Mahmud K.A.¹,
Tashlykov O.L.¹

¹) Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

In this work, samples were created with a matrix in the form of hallausite clay and a polymer resin, to which metal waste was added. The resulting samples were fired and their radiation-shielding properties were checked using the Monte Carlo method and the NIST XCOM database.

В связи с развитием атомной промышленности в мире растет число предприятий, использующих радиоактивные материалы в науке, медицине, для военных и гражданских целей. Как следствие, встает вопрос о снижении доз облучения персонала. Наиболее эффективный метод защиты от ионизирующего излучения – размещение между человеком и источником экрана из радиационно-защитного материала.

Для создания эффективных экранирующих структур, способных снизить воздействие радиоактивного излучения, можно применять материалы с большим атомным весом, например, свинец или определенные типы бетонов. Свинцовые материалы превосходят аналоги благодаря своей высокой плотности, большому атомному весу и низкой стоимости. Однако, свинец обладает недостатками, которые ограничивают его применение: высокая токсичность и тяжесть, низкая механическая и химическая стабильность [1]. В связи с этим становится актуальной проблема разработки альтернативных радиационно-защитных материалов, в частности, композитных.

Галлуазит – биосовместимый природный минерал, состоящий из водного силиката алюминия $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Галлуазит имеет трубчатую наноструктуру (рис.1), которую можно модифицировать при помощи различных наполнителей. Интегрированные в нанотрубки наполнители в перспективе могут улучшать

механические и физические свойства полученных композитов. Также галлуазит биосовместим и доступен, что выделяет его на фоне аналогов [2].

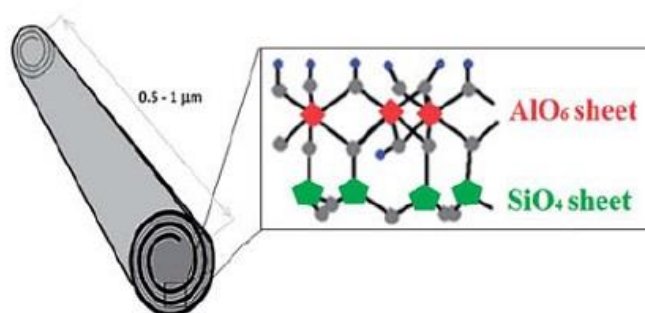


Рис. 1. Рисунок 1. Строение галлуазитовых нанотрубок [2]

При создании новых композитных материалов и выборе их компонентов следует ориентироваться на отходы промышленного производства, подлежащие захоронению и требующие больших затрат на утилизацию. Это в полной мере относится к композитным материалам с повышенными защитными свойствами от гамма-излучения, в которых в качестве наполнителей возможно эффективное применение отходов тяжелых металлов и других материалов с высокой плотностью [3]. Этот подход также позволяет реализовать принцип оптимизации – т.е. снижения стоимости защиты современных ядерно-энергетических объектов (в настоящее время она может достигать 20-30% стоимости всего сооружения) [4].

В данном исследовании для создания композитных образцов использовалась галлуазитовая матрица с добавлением полимерной смолы. Наполнителем выступили отходы промышленной деятельности металлургических предприятий.

Изготовленная смесь подвергалась прессованию в формах под давлением в диапазоне от 22,84–114,24 МПа. Полученные цилиндрические образцы обжигались в печах. Плотность образцов измерялась на электронном денсиметре МН-300.

Радиационно-защитные свойства полученных образцов оценивались про помощи компьютерного моделирования методом Монте-Карло и базы данных NIST XCOM.

Данная работа является первым этапом обширного исследования по созданию альтернативных радиационно-защитных материалов, базирующихся на глиняно-полимерных композитных составах.

1. Русских И.М., Селезнев Е.Н., Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е. ,Экспериментально-теоретическое исследование органометаллических радиационно-защитных материалов, адаптированных к источникам излучения со сложным изотопным составом, Ядерная физика и инжиниринг, том 5, №5, с.449-455, (2014)

2. Lvov Y, Wang W, Zhang L, Fakhrullin R., Halloysite Clay Nanotubes for Loading and Sustained Release of Functional Compounds, *Adv Mater*, 2016 Feb 10
3. Бормотов А.Н., Прошин А.П., Баженов Ю.М., Данилов Ю.М., Соколова Ю.А., Полимерные композиционные материалы для защиты от радиации: монография., 272 с, (2006)
4. Михайлова А. Ф., Ташлыков О. Л., Пути реализации принципа оптимизации в радиологической защите персонала, *Ядерная физика и инжиниринг*, том 9, № 4, с. 393-401 (2018)