

МАСКИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПЕНОСТЕКЛА ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЙ

В данной статье исследована возможность защиты обслуживающего персонала аппаратов от воздействия ультрафиолетового и рентгеновского излучений бариево-боратными пеностеклами. В экспериментах было использовано 4 состава бариево-боратных пеностекло: беспримесное, с примесью ионов меди, титана, углерода. Показаны минимальные толщины бариево-боратных пеностекло для полной защиты от ультрафиолетового и рентгеновского излучений.

Ключевые слова: маскирующие свойства, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение, альbedo, квантовый генератор, спектрофотометр, рентгеновский аппарат, бариево-боратное пеностекло.

A.V. KOROLENKO, V.A. MASLOV, S.N. TRIGUB, O.N. TOVSTOKORIY

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine

CAMOUFLAGING PROPERTIES OF FOAM GLASS FROM ULTRAVIOLET AND X-RAYS

In the given article the possibility of defense of medical personnel is explored from influence of ultraviolet and x-ray photography the radiations of barium-bor foam glass. In the experiments 4 compositions of barium-bor foam glass were used: unalloyed, with the admixture of ions of copper, titan, carbon. The minimum thicknesses of barium-bor foam glass are shown for complete defense from ultraviolet and x-ray photography the radiations.

Keywords: masking properties, ultraviolet and X-ray radiation, albedo, maser, spectrophotometer, X-ray apparatus, barium-bor foam glass.

Введение

Проблема защиты от электромагнитных волн проводится многими специалистами [1 – 4]. Автора работы [5] приводят расчетные дифференциальные и интегральные характеристики альbedo для различных материалов – альbedo (лат. albus – белый) – характеристика отражательной (рассеивающей) способности поверхности, определяемые как отношение отражённого потока энергии ко всему упавшему на поверхность потоку. Значение альbedo для данной длины волны или диапазона длин волн зависит от спектральных характеристик отражающей поверхности, поэтому альbedo отличается для разных спектральных диапазонов (ультрафиолетовое, инфракрасное, оптическое, альbedo) или длин волн (монохроматические альbedo), т.е. для разных спектральных диапазонов или длин волн.

Авторы работы [6] исследовали лучевые нагрузки при рентгенологических исследованиях. Их исследование проведенные с помощью рентген-оборудования показали, что процессом облучения подвержены не только обслуживающий персонал, но и пациенты. Поэтому, необходимо используются меры предосторожности и защиты от рентгеновских лучей, как пациентов, так и медперсонала.

Аналогичная картина вредного воздействия на обслуживающий персонал происходит при работе с аппаратами излучающими ультрафиолетовые волны, поэтому необходимо принятие мер защиты.

В работе [7] отмечалось, что защитными свойствами от низкочастотного, высокочастотного и лазерного излучений обладают бариево-боратные пеностекла различных составов.

Таким образом, при работе с аппаратами, которые излучают ультрафиолетовый и рентгеновский диапазон электромагнитных волн, возникает повышенная опасность их воздействия на обслуживающий персонал.

Постановка задания исследования

В данной работе рассматривается задача исследовать в качестве защитного маскирующего материала обслуживающего персонал от аппаратуры, которые излучают ультрафиолетовый и рентгеновский диапазон электромагнитных волн, бариево-боратное пеностекло.

Известно, что пеностекло это затвердевшая стеклянная пена с герметически закрытыми порами. В состав пеностекла может входить барий и бор. Оксид бария имеет высокую непрозрачность к рентгеновским лучам, т.е. поглощение рентгеновских лучей для заданной длины волны, а бор увеличивает светопреломляющую способность в стекле.

Целью данной работы является исследование защитных свойств пеноматериалов по пропускным способностям от ближнего ультрафиолетового и рентгеновского диапазонов частот на основе беспримесного бариево-боратного пеностекла и бариево-боратного пеностекла с различными ионами примесей (медь, титан, углерод).

Отметим, что рентгеновское излучение соответствует излучению с частотой от 10^{16} до 10^{19} Гц и длиной волны от 10^{-12} до 10^{-8} м, а ультрафиолетовое излучение соответствует излучению с частотой от 10^{14} до 10^{16} Гц и длиной волны от 10^{-8} до 10^{-6} м.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследований изготавливали пеностекла по технологии, описанной в работе [8].

При проведении эксперимента в ультрафиолетовом диапазоне частот определяли пропускную

способность бариево-боратного пеностекла с помощью «Спектрофотометра СФ-26». Для получения рентгеновских снимков использовали рентгенологический аппарат РУ-725.

Результаты исследований и их обсуждения

Спектрофотометр состоит из монохроматора с измерительным прибором, камеры с фотоприемниками, усилителем и осветителем с источниками излучения и стабилизатором.

Спектрофотометр СФ-26 был применен для измерения коэффициента пропускания исследуемого образца T , равного отношению интенсивности потока излучения I , прошедшего через измеряемый образец, к интенсивности потока излучения I_0 падающего на измеряемый образец и выражаемого формулой

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100, (\%).$$

Исследования, проведенные в ультрафиолетовой частотной области показали, что все бариево-боратные пеностекла, имеющие хотя бы один ряд пор, а также тонкие слои того же состава, что и бариево-боратные пеностекла, но без пор ($0,1 \text{ мм} < h < 0,5 \text{ мм}$), полностью задерживают ультрафиолетовое излучение и пропускная способность при этом составляет $T = 0 \%$.

Далее провели исследования на пропускную способность бариево-боратного пеностекла с толщинами $h \sim 0,05 \text{ мм}$ различного состава и построили график коэффициентов пропускания от длин волн ультрафиолетового излучения (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что минимальным коэффициентом пропускания обладает 4 состав, что связано со способностью углерода поглощать широкий спектр электромагнитных волн. После облучения 1 – 4 составов бариево-боратных пеностекел излучением ультрафиолетового диапазона в течение времени $t = 1 \text{ ч}$ наблюдалось восстановление значений диэлектрической проницаемости (изменение происходило не более чем на 2 %) за релаксационный период $\tau \sim 10^{-14} \text{ с}$.

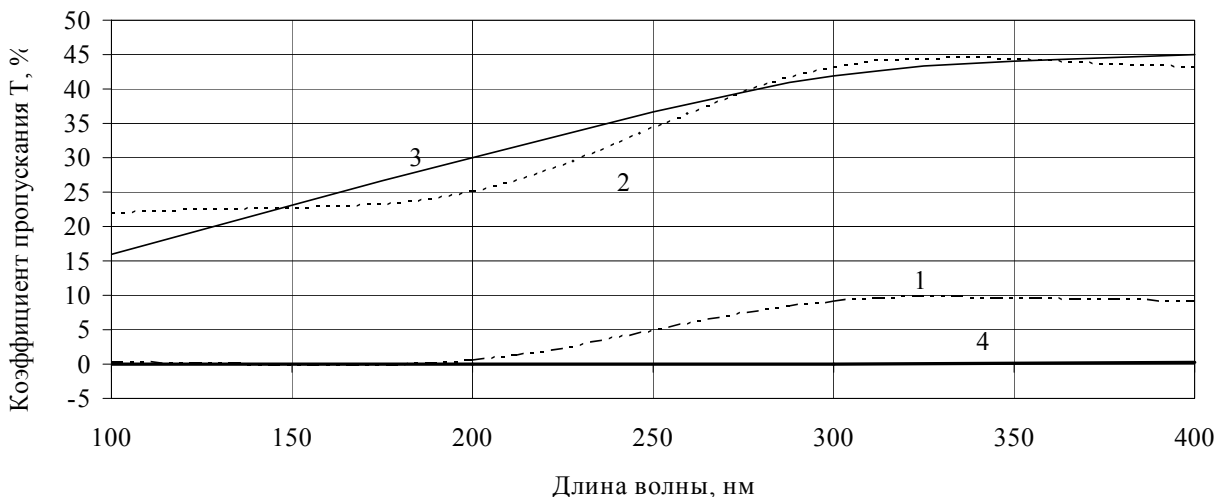


Рис. 1. Коэффициент пропускания в ультрафиолетовом диапазоне:

1 – беспримесное бариево-боратное пеностекло; 2 – бариево-боратное пеностекло с примесью ионов меди; 3 – бариево-боратное пеностекло с примесью ионов титана; 4 – бариево-боратное пеностекло с примесью ионов углерода [9]

Для проведения эксперимента в рентген-диапазоне вначале получали рентген-снимки образцов бариево-боратного пеностекла, а далее по полученным рентгеновским снимкам определяли коэффициент пропускания.

Для получения рентгеновских снимков использовали рентгенологический аппарат РУ-725.

Данный рентгеновский аппарат как и любой другой имеет следующие основные составные части: автотрансформатор, повышающий трансформатор, трансформатор накала спирали рентгеновской трубки (понижающий) и рентгеновскую трубку. Без этих основных частей получение и управление количеством и качеством лучей практически невозможно. Рентгеновская трубка является генератором рентгеновских лучей. В зависимости от мощности и назначения рентгеновские трубки имеют разнообразные внешние формы и размеры. Были установлены следующие основные технические параметры: максимальная мощность облучения $U = 76 \text{ кВт}$ и величина тока $A = 25 \text{ мА} \cdot \text{с}$.

Облучением подвергались образцы бариево-боратного пеностекла треугольной формы с прямым углом (катеты равны 20 мм и 12 мм, толщина бариево-боратного пеностекла – 5 мм). Пористость всех бариево-боратных пеностекел составляла $\Pi = 0,9999$ отн. ед., диаметр пор $d = 1 \text{ мм}$.

В каждом случае проведения исследований получали рентгеновский снимок исследуемых пеностекел.

Для определения пропускных свойств рентгеновских снимков была создана установка, схема

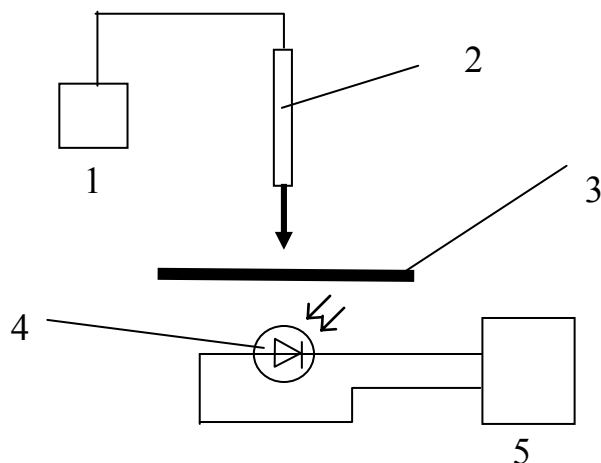


Рис. 2. Схема установки по определению коэффициента пропускания в рентгеновском диапазоне: 1 – блок питания; 2 – гелий-неоновый лазер; 3 – рентгеновский снимок исследуемых пеностекло; 4 – фотодиод; 5 – цифровой вольтметр

которой приведена на рис. 2. В качестве излучателя пленки применяли квантовый генератор (гелий-неоновый лазер $\lambda = 632,8$ нм, мощность $P = 0,8$ мВт).

В качестве датчика использовали фотодиод ФД-24ДО с цифровым вольтметром Ф4372.

Изучение защитных свойств бариево-боратного пеностекла в рентгеновском диапазоне показало, что пространство пор структуры бариево-боратного пеностекла создает препятствия для прохождения γ -фотонов. Экспериментально установили, что уменьшение выходной энергии и увеличение рассеивания рентгеновского излучения достигается увеличением количества пор, которое зависит от толщины и состава бариево-боратного пеностекла (рис. 3). Значения пропускной способности в рентгеновской области, стремящейся к нулю,

соответствуют 1 составу бариево-боратного пеностекла (рис. 3). Введение примесей в 2 – 4 составы бариево-боратного пеностекла привело к увеличению значений пропускной способности. Это происходит за счет уменьшения атомного веса ионов примесей.

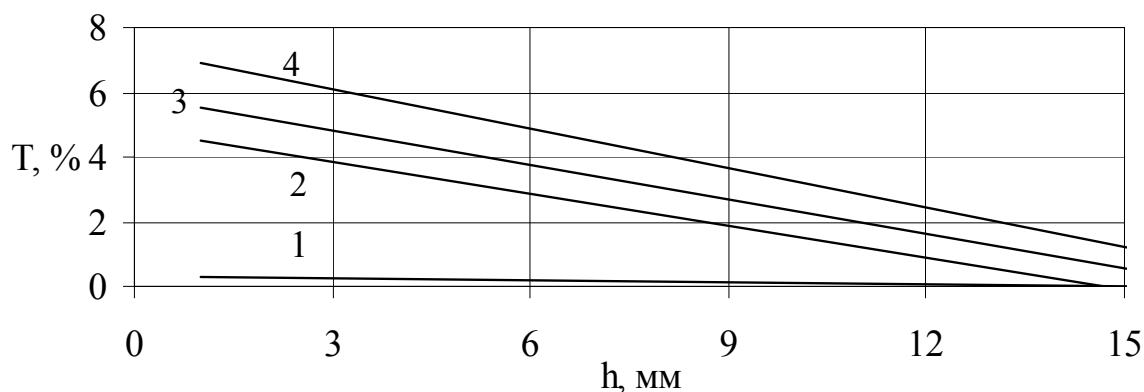


Рис. 3. Коэффициент пропускания 1 – 4 составов бариево-боратных пеностекло в рентгеновском диапазоне в зависимости от их толщины

Сравнительная пропускная характеристика бариево-боратных пеностекло (рис. 3) с беспористыми стеклами таких же составов, как и 1 – 4 составы бариево-боратных пеностекло в рентгеновской области показала, что поры в исследуемых образцах позволяют снизить пропускные способности рентгеновского излучения на $T \sim 15 \div 20 \%$, что и показано на (рис. 4).

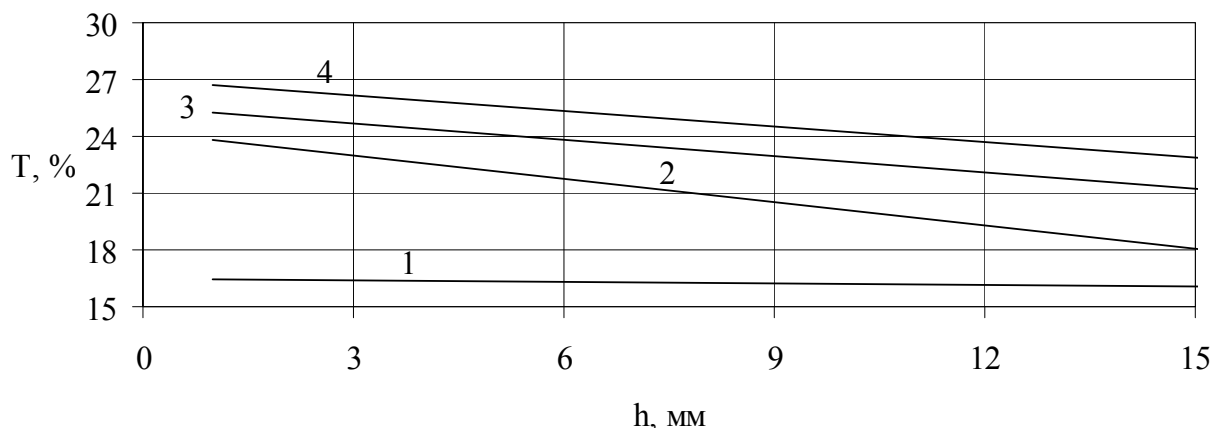


Рис. 4. Коэффициент пропускания беспористых образцов в рентгеновском диапазоне в зависимости от их толщины

Увеличение количества пор в секторе бариево-боратного пеностекла ($\Pi = 0,9999$ отн. ед., $d = 1$ мм) полученное увеличением толщины исследуемых образцов позволяет полностью защитить от рентген-излучения при толщинах, указанных в табл. 1:

Защитные толщины 1 – 4 составов бариево-боратных пеностекел от воздействия рентген-излучения

Защитная толщина	Состав пеностекла			
	1	2	3	4
h, мм	10	15	16	17

При исследовании диэлектрических параметров бариево-боратных пеностекел после облучения (диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь) установили, что значения этих параметров снижались не более чем на 2 % и в течение $\tau = 10$ минут восстанавливались.

Выводы

1. Пеностекла являются отличными отражателями и рассеивателями в УФ и рентгеновском частотных диапазонах.
2. Защитные свойства в УФ диапазоне начинают проявляться при толщинах ББП $h < 0,1$ мм.
3. В результате исследований установили, что наименьшими значениями коэффициента пропускания в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах обладают беспримесные пеностекла.

Литература

1. Бузов А.Л., Кольчугин Ю.И., Романов В.А. Принципы построения системы обеспечения защиты человека от воздействия электромагнитных полей радиочастот//Перспективные технологии в средствах передачи информации: Матер. 3 Междунар. науч.-техн. конф. и 9 межрегион. науч.-техн. конф. "Обработка сигналов в системах телеф. связи". Ч.1. – Владимир: Изд-во Ин-та оценки природных ресурсов, 1999. – С. 51 – 53.
2. Закордонський В. Міжмолекулярна взаємодія в бінарних розчинах поверхнево-активних речовин / В. Закордонський, А. Сачко// Вісник Львівського університету.- 2011. – В. 52. – С. 293–301.
3. Кольчугин Ю.И. Система защиты окружающей среды и человека от воздействия электромагнитных полей / Кольчугин Ю.И. // Электросвязью.- 1997. № 1. – С. 15 – 17.
4. Григорьев Ю.Г. Международная конференция по вопросам защиты человека от воздействия электромагнитных полей /Ю.Г. Григорьев/ Мед. труда и пром. экол. - 2000. № 1. – С. 40 – 41.
5. Медведев Ю.В. Краска защищает от излучения /Ю.В. Медведев/ Энергия: Экон., техн., экол. 1999. № 5. – С. 32 – 33.
6. Кимель Л.Р. Защита от ионизирующих излучений. Справочник/Л.Р. Кимель, В.П. Машкович.- М.: Атомиздат, 1972.- 312 с.
7. Теличко Ф.Ф. Лучевые нагрузки при рентгенологических исследованиях/Теличко Ф.Ф. – М.: Медицина, 1976.- 104 с.
8. Короленко А. В., Гуляева М. С., Фанина О. В. Пеноматериал как средство защиты биосред от энергетических воздействий // Наука і молодь: Матеріали міжнародної наукової конференції студентів та молодих учених "Політ – 2002", – Київ: 2002. – С. 184.
9. Короленко А.В., Новикова Л.В., Новиков А.А. Особенности формирования пеностекла // Вестник ХГТУ, 2000. №3(9). – С. 50 – 54.
10. Патент на винахід № 57441. Напівпровідникове кисневе піноскло. 16.06.2003. Бюл. № 6. Новіков О. О., Новікова Л. В., Короленко О.В.

References

1. Buzov A.L., Kolchugin Y.I., Romanov V.A. Principles of the system to protect humans from exposure to radio frequency electromagnetic fields // Advanced technologies in information transfer: Mater. 3 Intern. scientific and engineering conf. and 9 Region. scientific and engineering conf. "Signal processing systems cellphone communications" P.1. – Vladimir: Publishing Inst evaluation of natural resources, 1999. - pp. 51 - 53.
2. Zakordonskiy V. Intermolecular interactions in binary solutions of surfactants / V. Zakordonskiy, A. Sachko// Bulletin of Lviv University. - 2011. - V. 52. - pp. 293-301.
3. Kolchugin Y.I. The system of protection of the environment and humans from exposure to electromagnetic fields / Kolchugin Y.I. // Telecommunication.-1997(№1). - pp. 15 - 17.
4. Grigoriev Y.G. International Conference on the protection of human exposure to electromagnetic fields / Y.G. Grigoriev // Med. Labour and prom. ecol. - 2000 (№1)- pp. 40 - 41.
5. Medvedev Y.V. Paint protects against radiation / Y.V. Medvedev// Energy: Econ., Tehn., Ecological. -1999 (№5). - P. 32 - 33.
6. Kimel L.R. Protection against Ionizing Radiation. Directory / L.R. Kimel, V.P. Mashkovich. - M: Clarendon Press.- 1972. – pp 312.
7. Telychko F.F. Radiation load for radiological studies / F.F. Telychko. - M.: Medical, 1976. - pp104.
8. Korolenko A.V., Gulyaev M.S., Fanina O.V. Foam as a means of protection from the effects of energy, biological media// Science and Youth: Proceedings of the International Conference of Students and Young Scientists "Flight - 2002". – Kyiv.- 2002. - pp. 184.
9. Korolenko A.V., Novikova L.V., Novikov A.A. Features of formation of foam glass // Herald KSTU.- 2000(9). - pp. 50 - 54.
10. Patent number 57441. Semiconductor oxygen Foam. 16.06.2003. Bull. Number 6. Novikov A.A., Novikova L.V., Korolenko A.V.

Рецензія/Peer review : 20.3.2014 р.

Надрукована/Printed :6.4.2014 р.

Рецензент: С.Є. Селіванов, д.т.н., проф., зав. кафедрою управління судном та безпеки життєдіяльності на морі, Херсонська державна морська академія