

Структурные цвета обычно делятся на следующие пять типов: фотонный кристалл, интерференция одной пленки, интерференция многослойной пленки, рассеяние и дифракция. Среди них фотонный кристалл [3] представляет собой материал, диэлектрическая проницаемость которого периодически изменяется и имеет функцию выбора длины волны. Он может избирательно пропускать свет определенного диапазона частот и блокировать свет других диапазонов частот. Видимый свет выборочно отражается фотонным кристаллом и продолжает дифрагировать, в конечном итоге создавая яркие структурные цвета.

В последние годы значительное внимание уделяется исследованиям по созданию фотонно-кристаллических хромогенных структур на поверхности подложек для цветопередачи [4]. Однако большинство исследований не дают окончательных результатов в отношении окрашивания полимерных и неорганических фотонно-кристаллических структур с низким показателем преломления (n 1,4–1,5) на текстильных подложках и фотонно-кристаллических структур из оксидов металлов с высоким показателем преломления. Хромогенные структуры на текстильных подложках не получили большого внимания и исследований. В настоящее время большинство коллоидных микросфер создают ярко окрашенные фотонно-кристаллические структуры на текстильных подложках с помощью методов самосборки, но прочность связи с подложкой низкая. Для повышения скорости в систему обычно добавляют клеи, а показатель преломления клея близок к показателю большинства коллоидных микросфер, что в конечном итоге приводит к стабильной структуре, но структурный цветовой эффект является плохим [5]. В некоторой степени применение фотонно-кристаллической структуры для генерации цвета в текстиле ограничено.

В этом исследовании коллоидные микросферы оксида металла с высоким показателем преломления используются в качестве самособирающихся структурных единиц для приготовления структурированных хромогенных печатных паст и красок для цифровой струйной печати, а также создания фотонно-кристаллических структур со структурной стабильностью и яркими цветами на поверхности подложки. Ожидается получение новой фотонно-кристаллической структуры с цветовым рисунком, высоким показателем преломления и высоким эффектом стабильности, что заложит основу для ее дальнейшего применения в текстильных подложках.

Список использованных источников

1. Zhang Ao, Yuan Wei, Zhou Ning, et al. Structural color generation and its application prospects in dyeing and finishing (1) [J]. Printing and Dyeing, 2012, 38(13): 44–47.
2. Lai, C. F., Wang, Y. C., Hsu, H. C. High transparency in the structural color resin films through quasi-amorphous arrays of colloidal silica nanospheres[J]. Journal of Materials Chemistry C, 2016, 4(2): 398–406.
3. Mu Zhengzhi. Design, manufacturing and performance research of bionic functional surfaces based on typical butterfly wings [D]. Jilin: Jilin University, 2019: 30–50.
4. Loco, D., Buda, F., Lugtenburg, J., et al. The dynamic origin of color tuning in proteins revealed by a carotenoid pigment[J]. Journal of Physical Chemistry Letters, 2018, 9(9): 2404–2410.

УДК 504.064.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОСАДКОВ ХИМИЧЕСКОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЭЦ

**Репинский М. О., студ., Гречаников А. В., к.т.н., доц.,
Тимонов И. А., к.т.н., доц.**

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье приведены результаты исследований по экспериментальному измерению параметров удельной активности строительных материалов общего назначения (тротуарная плитка и тротуарная плитка с добавками осадков ХВО). В

результате превышений нормативов удельной активности радионуклидов не выявлено.

Ключевые слова: активность, природные радионуклиды, тротуарная плитка, осадки химводоподготовки ТЭЦ.

Многие строительные материалы могут быть эффективны с позиции строительно-технических свойств или иметь привлекательный вид, но быть экологически неблагоприятными. Для строительства больше всего используются материалы и изделия минерального происхождения, сырьем для которых являются горные породы. Все горные породы обладают в большей или меньшей степени естественной радиоактивностью, так как вошли в состав земной коры с момента её образования. Радиоактивность строительных материалов зависит от места расположения горных пород, глубины их залегания, вида. На содержание радионуклидов оказывает влияние местонахождение вблизи урановых руд или радоновых источников [1].

Вклад в радиоактивное антропогенное загрязнение основных компонентов промышленности строительных материалов, таких, как глины, пески и даже строительная древесина, внесла авария на Чернобыльской АЭС. Многие исследователи отмечают повышенное содержание радионуклидов в граните, вулканическом туфе и пемзе, песках и песчано-гравийных смесях и более всего в глинах и суглинках и, как следствие, в материалах на их основе: керамическом кирпиче, керамзите. В меньшей степени радионуклиды содержатся в карбонатном сырье и гипсовом камне, которые являются основой производства вяжущих: извести, цемента, гипса [1].

Строительная отрасль обладает высокой материалоемкостью, поэтому традиционно расширяет свою сырьевую базу за счет техногенных отходов. В основном используются отработанные минеральные материалы из различных отвалов (шлаки, отработанные формовочные смеси, фосфогипс, глино-солевые шламы, шламы осадков химической водоподготовки ТЭЦ и др.). Исследуемые осадки химической водоподготовки на ТЭЦ в естественном виде, представляют собой влажную массу темно-коричневого цвета. В зависимости от времени года и места образования они могут содержать от 5 до 35 % влаги. Результаты проведенных исследований фазового и оксидного состава осадков химической водоподготовки ТЭЦ, представленные в работах [2, 3].

В санитарных нормах и правилах «Требования к радиационной безопасности» и гигиеническом нормативе «Критерии оценки радиационного воздействия» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28.12.2012 г., № 213) ограничение природного облучения предусматривает [4]:

допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников излучения, для населения не устанавливается. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения отдельными природными источниками излучения;

при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и тория в воздухе помещений не превышала 100 Бк/м³, а мощность эффективной дозы гамма-излучения не превышала мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч;

в эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений. Защитные мероприятия должны также проводиться, если мощность эффективной дозы гамма-излучения в помещениях превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч;

эффективная удельная активность ($A_{эф}$) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (золы, шлака и пр.), определяется по формуле:

$$A_{эф} = A(^{226}\text{Ra}) + 1.3A(^{232}\text{Th}) + 0.09A(^{40}\text{K}),$$

где: A – удельные активности радия, тория и калия соответственно (для радия и тория при условии равновесия с остальными членами уранового и ториевого рядов), Бк/кг; и не

должна превышать:

для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс): $A_{эф} < 370 \text{ Бк/кг}$,

для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс): $A_{эф} < 740 \text{ Бк/кг}$;

для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс): $A_{эф} < 1350 \text{ Бк/кг}$;

при $1350 \text{ Бк/кг} < A_{эф} < 4000 \text{ Бк/кг}$ (IV класс) вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно по согласованию с республиканским органом санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь;

при $A_{эф} > 4000 \text{ Бк/кг}$ материалы не должны использоваться в строительстве.

Целью представленной работы является исследование содержания радионуклидов в строительных материалах с добавлением осадков химической водоподготовки ТЭЦ и соответствие их нормативным требованиям.

В качестве объектов исследования были выбраны тротуарная плитка стандартного состава и тротуарная плитки с добавлением осадков химической водоподготовки (ХВО) ТЭЦ.

Для проведения измерения параметров ЭМИ использовался гамма-радиометр РУГ-91М1 «АДАНИ». Гамма-радиометр предназначен для измерения удельной и объемной активности гамма-излучающих радионуклидов Цезия-134, -137, природного изотопа Калия-40, а также Радия-226 и Тория-232 в пробах в продуктах питания и объектах окружающей среды.

Принцип действия гамма-радиометра основан на подсчете числа световых импульсов, возникающих под действием гамма-квантов в сцинтилляционном детекторе. Число зарегистрированных в единицу времени световых импульсов связано с активностью исследуемого образца. Результаты замеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров удельной активности радионуклидов

Объект исследования	Показание прибора $A_m \text{ Бк/кг} \pm \text{погрешность}$					
	Время Изм.	$\Sigma A_{m\text{эфф}}$	Cs-137	K-40	Ra-226	Th-232
Фон	10	14	-	-	-	-
Проба 1 Плитка тротуарная	10	16 ± 31	33 ± 14	0 ± 439	0 ± 8	3 ± 6
Проба 2 Плитка тротуарная с добавлением осадков ХВО	10	31 ± 39	39 ± 21	125 ± 418	0 ± 10	0 ± 8

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что суммарная эффективная удельная активность пробы № 1 (Плитка тротуарная) составляет $A_{m\text{эфф}} = 11,19 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}$, значит данный материал относится к I классу; суммарная эффективная удельная активность пробы № 2 (Плитка тротуарная с добавлением отходов ХВО) $A_{m\text{эфф}} = 19,205 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}$, значит данный материал также относится к I классу. Суммарная эффективная удельная активность пробы № 1 $A_{m\text{эфф}} = 11,19 \text{ Бк/кг} < \text{пробы № 2}$ $A_{m\text{эфф}} = 19,205 \text{ Бк/кг}$ соответственно.

Список использованных источников

1. Гулимова, Е. В. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий / Е. В. Гулимова, Т. А. Младова, Н. В. Мулер. – 2-е изд., доп. – Комсомольск-на-Амуре, 2014. – 108 с.
2. Комплексное использование неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектроцентралей : монография / Ковчур А. С. [и др.]. – Витебск, ВГТУ. – 2018. – 165 с.
3. Ковчур, А. С. Строительные материалы общего назначения с добавкой техногенных продуктов химической водоподготовки ТЭЦ / А. С. Ковчур, П. И. Манак, С. Г. Ковчур, В. Н. Потоцкий, В. Ю. Сергеев // Вестник Витебского государственного

технологического университета . – 2019. – № 1(36). – С. 147. DOI:10.24411/2079-7958-2019-13616.

4. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к радиационной безопасности» и Гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия» [Электронный ресурс] : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28.12.2012 г., № 213 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21326850p>. – Дата доступа: 30.03.2024.

УДК 677.027

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ НА ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НИТЕЙ

**Скобова Н. В., к.т.н., доц., Ясинская Н. Н., д.т.н., доц.,
Сосновская А. И., асп., Воробьева А. В., студ.**

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Проведен анализ влияния температуры и длительности операции термостабилизации полотен на их гигиенические свойства. Для оценки капиллярного впитывания анализируемыми материалами разработан стенд по оценке массы впитываемой индикаторной жидкости. По результатам замеров построили графики зависимости количества поглощенной воды от квадратного корня из времени. Исходя из этого, выбран образец, обладающий лучшими капиллярными свойствами.

Ключевые слова: функциональная нить, трикотажное полотно, термостабилизация, капиллярные свойства.

Трикотажные полотна, снятые с трикотажных машин, не обладают необходимыми потребительскими свойствами. Для фиксации формы петель, снятия внутреннего напряжения нитей, уменьшения сминаемости и усадки, полотна подвергают стабилизации путем термической обработки в среде либо горячей воды или пара, либо горячего воздуха. Термическая обработка полотен способствует изменению капиллярно-пористой структуры материала, что непосредственно скажется на его гигиенических свойствах. Исходя из этого вызывает интерес изучение влияния температуры и длительности операции термостабилизации полотен на их гигиенические свойства [1].

Процесс термофиксации полиэфирных трикотажных полотен из традиционных полиэфирных нитей в среде горячего воздуха протекает при температуре 190–200 °С. Однако полотна, содержащие в своей структуре функциональные нити, требуют более щадящего режима термофиксации, т. к. диаметр элементарных нитей (ЭН) в структуре комплексной нити значительно меньше, чем у традиционных, за счет их большего числа: нить Quick Dry имеет 144 ЭН, нить Soft – 288 ЭН, нить Thermo – 96 ЭН, традиционная нить PES – 48 ЭН.

Проведенный анализ литературных источников позволил установить рекомендуемый режим термофиксации только для изделий из микрофиламентных нитей, 120–150 °С. В проводимых исследованиях указанный интервал температур был расширен до уровня 160 °С при стабилизации полотен с добавлением профилированных нитей Quick Dry и Thermo [2].

Гигиенические характеристики готовых изделий зависят от многого числа факторов, одним из которых являются капиллярное впитывание, что немаловажно при оценке материалов непосредственно контактирующих с кожей человека, так называемые материалы первого слоя. Традиционно, капиллярность материалов оценивают по высоте капиллярного подъема индикаторной жидкости в полости поверхностных и сквозных пор материала и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом. Так как функциональные нити имеют отличный друг от друга диаметр, профиль поперечного сечения ЭН, а следовательно, и периметр капилляра, оценка капиллярных свойств по