

загрязняется болезнетворными микроорганизмами. Важно отметить, что при обезвоживании допустимым для человека снижением массы тела является значение в пределах 2-3 %. Нарушение умственной деятельности, а также ухудшение зрения происходит при обезвоживании более чем на 6 %. Летальный исход наступает при обезвоживании организма на 15 - 20 %.

Следует отметить, что влажность воздуха влияет не только на состояние человека. В помещениях с сухим воздухом может растрескиваться паркет, мебель, двери и прочие изделия из дерева. Активно размножатся грибки и плесень, портятся стены, мебель, одежда, книги под влиянием большого количества влаги. К причинам возникновения сырости в квартирах необходимо отнести плохо отрегулированную систему отопления, редкость проветривания помещения, а также постоянная стирка и сушка белья в нем.

Нормальная влажность воздуха в помещениях является гарантией комфорта для людей, более того это приводит к уменьшению риска возникновения респираторных заболеваний. Отклонение этого параметра от нормальных значений способно вызвать снижение иммунитета, ухудшение состояния кожи, а также повышение утомляемости. Излишняя влажность также неблагоприятно сказывается на здоровье человека. Самой комфортной для человека считается влажность воздуха в пределах 40 - 60%. При этом крайние значения показателя могут варьироваться в пределах от 30 до 70%. При более низких параметрах у человека возникает сухость слизистых дыхательных путей и кожных покровов. Человеку становится душно и жарко. Проведение многочисленных исследований привело к выводу, что пересушенный воздух негативно влияет на здоровье детей. Что же касается влажности воздуха в детской, то значение не должно быть ниже 50 % — это важно для нормально функционирования легких ребенка, поддержания здоровья кожи и создания естественного барьера для развития аллергии. В офисных помещениях идеальное значение влажности воздуха для человека составляет 40 и 50%. Когда наблюдается снижение влажности до 30%, здоровье и комфорт работников находятся под угрозой.

Заключение

Комфортные микроклиматические условия — это сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении. Что является вполне решаемой задачей на сегодняшний день. Нормализовать температуру в летнее время года дают возможность кондиционеры, в зимнее время — эффективное отопление. Справиться с недостаточной влажностью воздуха помогут бытовые увлажнители воздуха.

Список литературы

1. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : ГОСТ 30494-96. – Введ. 11.12.1996. – Минск : Минстройархитектура Республики Беларусь.

УДК 574:639.1.02:539.1.04

ПОЛИМЕРНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ ЭЛЕКТРЕТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ — ИННОВАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ФИЛЬТРАЦИИ МНОГОФАЗНЫХ СРЕД ОТ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ

А.В. ЗУБАРЕВА¹, А.Г. КРАВЦОВ², М.В. ГУМИЛОВИЧ³

1 - ГНУ "Институт радиобиологии НАН Беларуси,

2 - "НТП "БелБиоград" НАН Беларуси",

3 - БГУИР,

Аннотация. На примере озера Персток проведено исследование замкнутых водных объектов, содержащих долгоживущие радионуклиды. Предложен способ фильтроадсорбционной очистки воды, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС. Показана эффективность применения для этой цели синтетических волокон в комбинации с биоагентами, причем каждый компонент реализует специфическую функцию.

Ключевые слова. Долгоживущие радионуклиды, биоагенты, технические средства фильтроадсорбционной очистки.

Abstract. It was conducted a study of closed water bodies containing long-lived radionuclides using the Perstok lake as an example. Researchers have proposed a method of filter adsorption purification of water contaminated as a result of the Chernobyl accident. The studies demonstrated efficacy for this purpose synthetic fibers in combination with bioagents, each component implements a specific function.

Keywords: Long-lived radionuclides, biological agents, means for filteradsorptional cleaning.

Введение

В современном индустриальном мире остро стоят вопросы защиты экосистем от техногенного воздействия. На протяжении последних 100 лет масштаб воздействия человека на окружающую среду резко возрос и с наступлением атомной эры стал глобальным. В частности, значительную проблему для общества представляет собой загрязнение биосферы радионуклидами природного и искусственного происхождения. Потенциальным источником радиоактивного загрязнения являются предприятия, использующие радиационные технологии, а особым форс-мажорным случаем выступают техногенные аварии.

Вследствие Чернобыльской катастрофы значительные территории в межграницном ареале Беларуси, Украины и России оказались загрязнены радионуклидами (В Беларуси – 46,45 тыс. км², или 23% от общей площади [1]). Глобальный характер катастрофы обусловил интенсификацию работ по изучению радиоэкологической ситуации как в наиболее загрязненной 30-км зоне (Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, ППРЭЗ), так и в районах других аварий, включая сбросы сточных вод предприятий оружейного ядерного комплекса. Ряд авторов с сожалением констатирует, что масштабы аварии на ЧАЭС значительно превзошли имеющиеся научно-технические возможности защиты водных экосистем больших рек и водохранилищ [2]. Открытыми остаются вопросы разработки технических средств для локализации и ликвидации негативного воздействия радиоактивного загрязнения, возникшего в результате аварийной ситуации, с целью сохранения экосистем и их биоразнообразия.

В этой связи перспективным представляется поиск решения этих проблем на стыке радиобиологии, экологии и технических наук с учетом опыта, накопленного при разработке полимерных волокнисто-пористых фильтрующих материалов.

Результаты исследований

Цель работы – изучение экологического состояния замкнутых водных объектов Гомельской области на примере непроточного оз. Персток (территория ППРЭЗ), наиболее сильно загрязненного долгоживущими радионуклидами. Основная задача работы – поиск способов очистки водоемов от указанного типа техногенных загрязнений.

Анализ многолетней (2002–2015 гг.) динамики загрязнения долгоживущими радионуклидами замкнутых водоемов на территориях, подвергшихся воздействию катастрофы на Чернобыльской АЭС, свидетельствует о том, что наибольшая удельная активность наблюдается в воде оз. Персток и составляет по ¹³⁷Cs – 3,11 Бк/л; ⁹⁰Sr – 5,16 Бк/л, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu – 1,51 Бк/л; ²⁴¹Am – 2,24 Бк/л. Дополнительно к этому, продолжается накопление долгоживущих радионуклидов в компонентах водных экосистем (высшие водные растения, ихтиофауна, донные отложения). Следует отметить, что тенденции к снижению уровня загрязнения в оз. Персток не наблюдается, а по некоторым показателям (трансураниевые элементы – ТУЭ) даже возрастает.

Авторами экспериментально установлено, что существует возможность эффективной очистки загрязненной воды путем комбинированного использования биоагентов, способных к активной сорбции радионуклидов с выведением последних из биологического круговорота, в сочетании с техническими средствами фильтроадсорбционной очистки. Такую возможность обеспечивает комбинированный сорбент на основе полимерного волокнисто-пористого melt-blown носителя, импрегнированного дисперсной взвесью гуминовых веществ. Тип носителя выбран ввиду достигаемого в melt-blown материалах уникального сочетания структурных параметров и физических свойств [3]. Для очистки многофазных сред от загрязнений разработана номенклатура волокнисто-пористых фильтроэлементов [4]. В ходе этих исследований подчеркнута роль физических полей, которые в комбинации со структурой melt-blown материалов привносят дополнительные механизмы захвата загрязнений [5]. Ниже будет обсуждено предположение о реализации этих механизмов в изучаемой системе.

Сорбенты разных типов погружали в воду объемом 1 л, взятую из оз. Персток, после чего анализировали эту воду (фильтрат) по критерию удельной активности долгоживущих радионуклидов. В таблице приведены экспериментальные данные, характеризующие извлечение из воды долгоживущих радионуклидов. Видно, что фильтрат, контактировавший с комбинированным сорбентом поз. 5, демонстрирует наименьшую удельную активность в сравнении с индивидуальными образцами волокнисто-пористого материала (обладающего или не обладающего электрической и магнитной активностью) и навеской биоагента (гуминовых веществ). В межпоровое пространство волокнисто-пористого материала плотностью 0,2–0,3 г/см³ могут быть импрегнированы

как гуминовые вещества, так и зеленые водоросли, уже зарекомендовавшие себя в качестве средства биологической очистки водных объектов[6].

Гуминовые вещества являются одним из известных и доступных сорбционно-активных веществ. Находясь в водоемах, они выполняют важную роль в обезвреживании, накоплении и миграции загрязнителей. В настоящее время доказано участие гуминовых веществ в детоксикации пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов [7, 8]. Экспериментально установлено, что удельная активность по ¹³⁷Cs в водоросли хлорелла, выращенной в воде из оз. Персток, составила 71,3 Бк/кг. С добавлением к хлорелле гуминовых кислот в объеме 50 мг на 1 литр воды, удельная активность водоросли снижалась до 22,8 Бк/кг. Удельная активность по ¹³⁷Cs в отфильтрованной через фильтр «белая лента» воде составила 2,5 Бк/кг по сравнению с первоначальным (до внесения в воду сорбентов) значением 3,1Бк/кг. При этом использовании для фильтрации комбинированного сорбента удельная активность отфильтрованной воды оказалась ниже МДА (минимально детектируемой активности).

Таблица 1 – Удельная активность долгоживущих радионуклидов в фильтрате

Анализируемый объект	Удельная активность долгоживущих радионуклидов, Бк/кг		
	¹³⁷ Cs	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am
1. Нефильтрованная вода	5,64	2,02	2,42
2. Волокнисто-пористый материал, не заряженный и немагнитный	3,85	2,02	0,55
3. Волокнисто-пористый материал, заряженный (15 нКл/см ²) и намагнитный (0,4 мТл, содержит феррит стронция)	3,12	1,57	0,38
4. Гуминовые вещества	3,06	1,53	0,36
5. Комбинированный сорбент: волокнисто-пористый носитель, заряженный (15 нКл/см ²) и намагнитный 0,4 мТл, содержит феррит стронция) + гуминовые вещества	2,45	0,62	0,27

Таким образом, именно с помощью комбинированного сорбента, обладающего электрической и магнитной активностью, достигается наивысшая эффективность извлечения радионуклидов из воды для всего набора исследованных сорбирующих материалов. Авторы связывают это с особым характером взаимодействий в исследуемой системе. Melt-blown материалы обладают свойством задерживать частицы дисперсной фазы и пропускать дисперсионную среду, имея малое гидродинамическое сопротивление. Специфическая роль магнитного поля сорбента в данных условиях является предметом дальнейших исследований, хотя уже сейчас можно утверждать о её соответствии основным принципам магнитной фильтрации жидкостей [5]. Специфическая роль электретенного заряда предположительно состоит как в стимулировании иммобилизации биоагентов на волокнах, так и в обеспечении захвата частиц, находящихся в электрически неравновесном состоянии. Последнее обусловлено ионизирующим излучением содержащихся в них радионуклидов и возникает вблизи зон локализации источников такого излучения (рисунок 1).

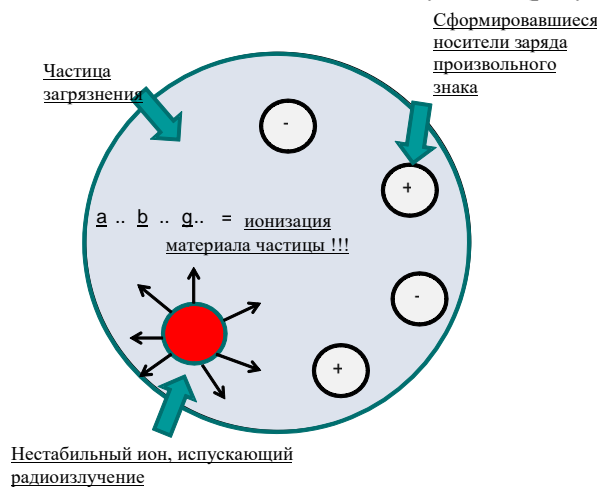


Рис. 1. Предполагаемый механизм формирования заряженного состояния в частице, содержащей радионуклиды

В соответствии с данной схемой, ионизация пространства ведет к возникновению избыточной электризации материала частицы, содержащей радионуклиды, причем интенсивность элект-

тризации может сигнализировать об интенсивности радиоактивного распада. В свою очередь, накопление подобных частиц в объеме волокнисто-пористого фильтра должно влиять на электретное состояние последнего. В зависимости от знака и величины заряда следует ожидать либо разрядки частиц радиоактивных пылей и спада общего заряда в фильтре, либо повышения общего заряда загрязненного фильтра. Поэтому правомерен вывод о том, что эффективность фильтров, абсорбирующих загрязненные радионуклидами частицы, возможно оценить с помощью электрето-термического анализа (ГОСТ 25209-82): запись спектров термостимулированных токов образцов такого фильтра, фиксация величины и температурной локализации токовых пиков, а также математическая обработка спектра позволяют охарактеризовать изменение электретного состояния в образце. Разница величин заряда в образцах исходного и использованного фильтра будет пропорциональна суммарному количеству радионуклидов, захваченных фильтром.

Предложенный способ извлечения радионуклидов из воды с помощью комбинированного сорбента (полимер + биоагент) разработан на стыке научных направлений и демонстрирует перспективность поиска средств реабилитации загрязненных территорий с привлечением арсенала и методологии смежных наук. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение сорбента для очистки и реабилитации водоемов, которые в результате аварии на ЧАЭС оказались загрязненными долгоживущими радионуклидами. С помощью недорогого и несложного в конструктивном исполнении комбинированного сорбента, материал которого химически стоек при любом составе очищаемой воды и технологичен в эксплуатации, можно осуществлять эффективную фильтроадсорбционную очистку поверхности водоемов. Комбинированный сорбент может быть размещен на поверхности водоема в любом желаемом виде (полотна, маты, малогабаритные изделия). В дальнейшем целесообразно удаление сорбентов, накопивших загрязнения, для утилизации.

Полученные результаты позволяют рекомендовать применение сорбента для очистки и реабилитации загрязненных водоемов: сорбент может быть размещен на поверхности водоема в любом доступном виде (полотна, маты, малогабаритные изделия).

Заключение

Показана эффективность применения синтетических волокон в комбинации с биоагентами для очистки замкнутых водоемов от долгоживущих радионуклидов, причем каждый компонент реализует специфическую функцию.

Список литературы

1. Васильченко, Д.Л. Радиационное состояние водоемов и водотоков 30-километровой зоны ЧАЭС / Д.Л.Васильченко, С.В. Казаков, Э.К. Тиханов // «Чернобыль-88»: доклады 1 Всесоюзного научно-технического совещания по итогам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Миграция и состояние радионуклидов в природе. – Часть II. Т. 5. – 1989. – С. 3–5.
2. Радиоактивное загрязнение Днепра и его водохранилищ и некоторые гидроэкологические мероприятия после аварии на Чернобыльской АЭС / М.И. Кузьменко [и др.]. // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, № 6. – С. 86–94.
3. Полимерные волокнистые melt-blown материалы / Гольдаде В.А. [и др.]; под науч. ред. Л.С. Пинчука. – Гомель: ИММС НАНБ, 2000. – 260 с.
4. Кравцов, А.Г. Волокнистые фильтры / А.Г. Кравцов. – Электронное издание (монография). – Saarbrücken: LAPLAMBERTA cademicPublishing, 2015 (рус.). – 212 с.
5. Кравцов, А.Г. Электрические и магнитные поля в полимерных волокнистых фильтроматериалах для тонкой очистки многофазных сред: автореф. дис. д-ра техн. наук / А.Г. Кравцов; ИММС НАН Беларуси. — Гомель, 2007. — 44 с.
6. Алимов, А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию/ А.Ф. Алимов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
7. Дударчик, В.М. Гуминовые препараты торфа для очистки сточных вод от тяжелых металлов/ В.М. Дударчик, С.И. Коврик, Т.П. Смычник // Сб. трудов V Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере», г. С.-Петербург, 1–4 марта 2010 г. – СПб., 2010. – С. 392–396.
8. Аввакумова, Н.П. Гуминовые вещества – фактор защиты биосистем от экотоксикантов / Н.П. Аввакумова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, №1 (2). – С. 197–201.

УДК 615.835.3

ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ТЕРАПИИ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ, ОТЯГОЩЕННЫХ ДЫХАТЕЛЬНОЙ И СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ, СИНДРОМОМ АПНОЭ-ГИПОПНОЭ

А.В. ВОЛОТОВСКАЯ, Е.И. ДАВИДОВСКАЯ, О.Б. ЗЕЛЬМАНСКИЙ