

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ)
University of Campania «Luigi Vanvitelli»
Таджикский технический университет им. М.С. Осими
Самарский государственный технический университет
Самарский научный центр Российской Академии наук
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
Министерство экологии и природных ресурсов
Республики Татарстан
Общественная палата Республики Татарстан

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ – XVIII

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ)**

Казань, 27 – 29 сентября 2018 г.



Казань 2018

УДК 54(063)+574(063)+061.3+6(06)
ББК 24+Е081
Х46

Х46 **Химия и инженерная экология:** сборник трудов международной научной конференции, Казань, 27 – 29 сентября 2018 г – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018. – 428 с.

ISBN 978-5-7579-2351-2

Сборник содержит материалы докладов отечественных и зарубежных участников международной научной конференции (школа молодых ученых) «Химия и инженерная экология – XVIII», посвященных решению актуальных прикладных задач инженерной экологии, в том числе в области экспериментально-расчетного экологического мониторинга, очистки выбросов и сбросов, утилизации отходов производства и потребления, экологизации технологий на производствах наукоемкого энергомашиностроения и приборостроения.

УДК 54(063)+574(063)+061.3+6(06)
ББК 24+Е081

Редакционная коллегия:

Тунакова Ю.А. доктор химических наук, профессор
Кирсанов В.В. доктор технических наук, профессор
Гумерова Г.И. кандидат технических наук, ст. преподаватель
Мальцева С.А. кандидат химических наук, доцент
Чудакова О.Г. кандидат химических наук, доцент
Гоголь Э.В. кандидат химических наук, доцент
Кремлева Н.В. кандидат химических наук, доцент
Шавалеева С.М. кандидат химических наук, доцент
Иванов Д.В. кандидат биологических наук, зам. директора ИПЭН АН РТ
Григорьева И.Г. доцент
Шипилова Р.Р. ст. преподаватель

ISBN 978-5-7579-2351-2

©Авторы, указанные в содержании, 2018
©Изд-во КНИТУ-КАИ, 2018

Направление 1. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 574

ЦЕНТРОБЕЖНО-ФИЛЬТРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Яковлева Анастасия Викторовна, магистр

Мингазетдинов Идгай Хасанович, кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева - КАИ»

Аннотация: Рассмотрена схема очистки сточных вод от взвешенных веществ через фильтровальную коническую сетку в поле действия центробежных сил при непрерывной регенерации фильтроэлемента.

Ключевые слова: сточные воды, взвешенные вещества, очистка, центробежная сепарация, фильтрационная сетка, регенерация.

Сточные воды машиностроительных предприятий характеризуются большим разнообразием загрязняющих компонентов. Значительную долю загрязнителей в промывных водах составляют взвешенные вещества – частицы обрабатываемого материала, абразивные зерна и другие.

Для очистки сточных вод предложено устройство [1], в котором реализуется несколько процессов: центробежная сепарация, фильтрование и регенерация фильтроэлемента. Фильтровальным элементом является коническая сетка, через которую изнутри подается очищаемая вода. Движущим фактором, заставляющим воду просачиваться через фильтровальную сетку, является центробежная сила. Исходная вода поступает в центральную часть фильтровальной камеры через полый вал с окнами. Вал вращается от внешнего привода и расположенные на валу лопасти раскручивают воду внутри камеры и происходит процесс центробежной сепарации. Осаждающийся на поверхности сетки шлам непрерывно удаляется спиральным скребком, вращающимся с небольшой скоростью от привода через редуктор.

Общее уравнение фильтрования описывается соотношением [2]:

$$W = \frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{dq}{d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_{фп} - R_{ос})}, \quad (1)$$

где W – скорость фильтрации (производительность);

V – объем фильтрата;

S – площадь фильтрования;

τ – время;

$q = \frac{V}{S}$ – удельная производительность – это объем фильтрата с единицы

поверхности фильтра;

$R_{фп}$ и $R_{ос}$ – сопротивление фильтровальной перегородки и слоя осадка;

μ – динамическая вязкость фильтрата;

Δp – перепад давления на фильтровальной перегородке и определяется центробежной силой: $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$

где m – масса вращающейся жидкости;

ω – угловая скорость вращения;

r – радиус вращения.

Для условий предложенной установки [1] в соотношении (1), значение $R_{oc}=0$, так как вращающиеся скребки непрерывно удаляют шлам с поверхности фильтровальной сетки. С учетом этого фактора, для предложенной установки могут быть следующие варианты

1) Фильтрация при постоянной разности давлений и неизменном сопротивлении фильтровальной перегородки: $\Delta p = \text{const}$; $R_{фп} = \text{const}$. В этом случае используются следующие соотношения:

$$W = \frac{\Delta p}{\mu \cdot R_{фп}}, \quad (2)$$

$$\tau = \frac{R_{фп} \cdot \mu \cdot q}{\Delta p}, \quad (3)$$

2) В некоторых случаях, при значительном разбросе в широком диапазоне размером загрязняющих взвешенных веществ. В этих случаях поры фильтровальной перегородки со временем забиваются тонкодисперсными частицами и сопротивление фильтровальной перегородки будет меняться по времени: $R_{фп} - V_{ар} = f(\tau)$, тогда:

$$W = W_n (1 - kq)^2, \quad (4)$$

$$\tau = \frac{2q}{W_n (2 - kq)}, \quad (5)$$

где k и W_n – постоянные процесса, определяемые экспериментально. В этом случае, даже при наличии постоянного удаления осадка с поверхности фильтроэлемента, через определенное время требуется ее промывка. Для сокращения диапазона разброса размеров загрязнителей в исходной воде, целесообразно перед центробежно-фильтровальной очисткой устанавливать камеру осаждения с тонкослойными пластинами.

Литература

1. Патент РФ на изобр. №179679. Центробежно-фильтрационная установка / И.Х.Мингазетдинов, А.В.Яковлева, И.Д.Бурова, Р.А.Лисин. Опубл. 22.05.2018. Бюл. №15

2. Процессы и аппараты химической технологии. Т. 2. - Механические и гидромеханические процессы / Д.А. Баранов, В.Н. Блиничев, А.В. Вязьмин и др. / Под ред. А.М. Кутенова. М. Логос, 2002, 600 с.)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАДИИ ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Алексеева Марина Юрьевна, аспирант

Шайхиев Ильдар Гильманович, доктор технических наук, доцент
Дряхлов Владислав Олегович³, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Аннотация: Исследована предварительная стадия деэмульгирования для последующего мембранного разделения водонефтяной эмульсии. Осуществлён подбор концентрации и дозировки деэмульгаторов различных марок.

Ключевые слова: деэмульгатор, водонефтяная эмульсия, устойчивость

В процессе добычи, хранения и транспортировки нефти происходит образование высокоустойчивых водонефтяных эмульсий (ВНЭ), разрушение которых является трудоёмкой многофакторной задачей. Одним из решений является применение эффективных мембран [1-4], однако в процессе их эксплуатации без предварительной обработки потока разделяемой среды ВНЭ однозначным исходом станет быстрое забивание пор углеводородами и, как следствие, выход из строя и остановка технологии. Обоснованным решением является предварительное деэмульгирование ВНЭ перед мембранным разделением с целью укрупнения частиц дисперсной фазы и предотвращения концентрационной поляризации их на поверхности фильтр-элементов.

В связи с вышеизложенным, актуальным становится выбор марки деэмульгатора и его дозировка. В качестве модельной эмульсии использовалась 1% водонефтяная эмульсия на основе нефти девонского месторождения Тумутукского месторождения (Республика Татарстан, стабилизированная ПАВом марки «Косинтол-242»).

В качестве деэмульгаторов использовались реагенты марки «РЕАПОН», «Сульфанол», «Separol F46», «СНПХ-4315М», «РЭНТ» концентрацией 1% при следующих дозировках:

- 1 капля концентрированного деэмульгатора на 100 мл ВНЭ;
- 10 мл 1%-го раствора деэмульгатора на 100 мл ВНЭ;
- 1 мл 1%-го раствора деэмульгатора на 100 мл ВНЭ;
- 0,1 мл 1%-го раствора деэмульгатора на 100 мл ВНЭ;
- 1 капля 1%-го раствора деэмульгатора на 100 мл ВНЭ.

Модельная эмульсия в количестве 100 мл помещалась в цилиндры, в каждый из которых по очередности добавлялся реагент по вышеуказанной дозировке реагентов различных марок. Один цилиндр использовался для сравнения без добавления деэмульгатора. Следующим этапом исследований определен размер частиц вышеобозначенных образцов и дзета (ζ) потенциал с помощью прибора марки «NanoBrook Omni». Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Размер частиц и дзета потенциала модельной эмульсии

№ п/п	Марки деэмульгаторов	Дозировка деэмульгатора	Пики, % (размер частиц, нм)	Дзета (ζ) потенциала, мВ
1	Исходная эмульсия	-	100(178); 95,07(1220)	-13,52
2	«РЕАПОН»	1 капля конц.	28,18(680)	-9,1
		10 мл 1%	32,25(293)	11,6
		1 мл 1%	4,66(158), 36,43(953)	-8,9
		0,1 мл 1%	68,15(953)	-14,5
		1 капля 1%	71,04(247), 100(953)	-16,1
3	«Сульфанол»	1 капля конц.	93,66(209)	-51,3
		10 мл 1%	49,38(823)	-31,5
		1 мл 1%	24,54(728), 81,60(853)	21,8
		0,1 мл 1%	53,17(853)	-37,6
		1 капля 1%	15,89(175), 18,93(205)	45,4
4	«Separol F46»	1 капля конц.	3,93(205), 100(853)	-25,6
		10 мл 1%	17,92(175),	-18,7
		1 мл 1%	100(203)	21,2
		0,1 мл 1%	14,40(155), 100(203)	-9,4
		1 капля 1%	16,62(155), 32,92(52)	-13,6
5	«СНПХ – 4315М»	1 капля конц.	17,92(175), 100(853)	-5,39
		10 мл 1%	65,79(261), 100(2030)	-6,37
		1 мл 1%	16,62(155), 32,92(528), 100(2030)	-4,15
		0,1 мл 1%	71,71(198), 100(957)	-6,96
		1 капля 1%	93,66(209), 100(953)	4,43
6	«РЭНТ»	1 капля конц.	100(542); 12,01(3430)	-47,98
		10 мл 1%	100(690)	-64,38
		1 мл 1%	100(432)	-3,47
		0,1 мл 1%	13,28(280); 100(1020)	-8,7
		1 капля 1%	100(213); 99,87(1130)	-4,29

Из анализа данных, представленных в таблице 1, выявлено увеличение размера частиц по сравнению с исходной эмульсией. С интенсивностью 100%

большое количество пиков наблюдается у деэмульгаторов марки «СНПХ-4315М» и «РЭНТ», в связи с чем выбрана дозировка 1 мл на 100 мл ВНЭ в обоих случаях для дальнейших исследований по мембранному разделению водонефтяной эмульсии.

Литература:

1. Федотова А. В., Шайхиев И. Г., Дряхлов В. О., Абдуллин И. Ш, Свергузова С. В. Влияние ВЧЕ плазмы пониженного давления на структуру полисульфонамидных мембран и их разделительные характеристики относительно водомасляной эмульсии // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. - № 5. - С. 167 – 173.
2. Дряхлов В.О. Очистка водомасляных эмульсий комбинированным методом с использованием мембранных и сорбционных технологий / В.О. Дряхлов, И.Г. Шайхиев, И.Ш. Абдуллин, А.В. Федотова// Экспозиция Нефть Газ. – 2015. - № 2. – С. 62-65.
3. Сафина Г.Ш. Разделение отработанных эмульсий, содержащих нефтепродукты, с использованием коронообработанных мембран / Г.Ш. Сафина, В.О. Дряхлов, Т.И. Шайхиев, М.Ф. Галиханов, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – т. 18. - № 14. – С. 229-231.
4. Федотова А.В. Очистка эмульсионных сточных вод полисульфонамидными мембранами, обработанными в потоке плазмы пониженного давления / А.В. Федотова, И.Г. Шайхиев, В.О. Дряхлов, И.Ш. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - Т. 18. - № 14. - С. 238-242

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Амирханова Алсу Рашадовна, обучающаяся,
Кулаков Алексей Алексеевич, доцент, кандидат биологических наук
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева - КАИ»

Аннотация: рассмотрены особенности использования электрохимических методов очистки сточных вод гальванического производства. Показаны примеры очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием гальвано- и электрокоагуляции.

Ключевые слова: сточные воды, электрокоагуляция, гальванокоагуляция.

Электрохимические методы очистки воды являются одними из популярных методов, пригодных для очистки не только от ионов, но и незаряженных веществ [1,2]. В работах нашей группы использовали такие методы, как электрокоагуляция и гальванокоагуляция, для очистки сточных вод, содержащих соединения тяжелых металлов [3,4]. Как известно, железо и уголь в водной среде образуют гальванопару, где анод – железо растворяется с образованием ионов железа и одновременным защелачиванием среды. Поэтому ионы меди, взаимодействуя с гидроксидными ионами, образуют нерастворимый гидроксид меди, который и выпадает в осадок, что и приводит к очистке раствора от ионов меди. Аналогичные процессы происходят и с катионами других ионов тяжелых металлов.

На этом основан гальванокоагуляционный способ очистки сточных вод. Было показано, что в результате обработки концентрация таких катионов, как ионы никеля, меди понижается в десятки раз [3-5]. Процесс этот идет неравномерно, т.е. быстрая стадия осаждения сменяется более медленной стадией [3]. Этот факт послужил основой для дальнейших исследований, касающихся кинетики этого процесса. Так, в работе [6] было показано, что порядок реакции осаждения ионов меди в ходе осаждения меняется от 1 до величины более 2, т.е., пока концентрация ионов меди высока, осаждение гидроксида меди идет по уравнению псевдопервого порядка, когда же концентрации ионов меди и железа становятся сопоставимыми, реакция уже идет по уравнению второго порядка и более. В работе [7] мы вычислили уравнение регрессии этого процесса для гальванокоагуляции, и показали, что начальная концентрация ионов меди, объем раствора, масс железной стружки и угля находятся во взаимозависимости по отношению к скорости осаждения меди, причем наибольший вклад вносит фактор количества железной стружки и комбинации этого фактора с факторами объема сточной воды, ионов меди. Более подробно мы рассмотрели эти взаимоотношения в работе [8], сопоставив полученные результаты с появлением гетероядерных комплексов, поскольку для железа такие комплексы характерны.

Полученные комплексные смеси гидроксидов железа и определенного тяжелого металла, например, никеля, хрома, являются сырьем для последующей утилизации в металлургической промышленности. Это очень важно, ибо обычная процедура очистки с помощью реагента, коим обычно является известковое молочко, дает нам осадки с большим содержанием гидроксида кальция, который сложно отделить от гидроксида другого металла. Получаемые с помощью электрокоагуляции и гальванокоагуляции осадки должны быть достаточно плотными и компактными, чтобы их легко было обезвоживать и затем сделать пригодными для транспортировки. В частности, плотные осадки допускают использование эффективных вакуумных фильтров для обезвоживания [9].

Таким образом, результаты данных работ позволяют говорить о перспективности использования данных методов для очистки сточных вод гальванических производств.

Литература

1. Каратаев О.Р., Шамсутдинова З.Р., Хафизов О. Р. Очистка сточных вод электрохимическими методами // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 22. С. 21-23.
2. Дресвянников А.Ф., Желовицкая А.В. Кондиционирование промышленных сточных вод путем непрямого электрохимического окисления карбоциклических соединений // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 11. С. 179-190.
3. Кулаков А.А., Тунакова Ю.А. Использование пульсационной гальванокоагуляции для очистки сточных вод производства химических волокон // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 11. С. 225-227.
4. Кулаков А.А., Чудакова О.Г., Ахметова Р.А. Использование электрокоагуляции для очистки никель-содержащих сточных вод // В сборнике: XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА "ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ" Сборник докладов. 2014. С. 5.
5. Кулаков А.А., Фаттахова Г.Ф., Ахметова Р.А., Гришагина Е.С. Применение гальванокоагуляции для очистки сточных вод гальванических производств // В сборнике: XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА "ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ" Сборник докладов. 2014. С. 13-14.
6. Кулаков А.А., Ахметова Р.А., Фаттахова Г.Ф. Кинетика гальванокоагуляционного осаждения меди из раствора // В сборнике: XV Всероссийская конференция "Химия и инженерная экология" с международным участием Сборник докладов. 2015. С. 92-94.
7. Кулаков А.А. Математическое моделирование процесса гальванокоагуляционной очистки сточных вод от ионов меди // В сборнике: ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, НА ТРАНСПОРТЕ И В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ сборник статей XV

Международной научно-практической конференции. Под редакцией Ю.П. Перельгина. 2015. С. 44-47.

8. Кулаков А.А., Мальцева С.А., Кузнецова О.Н. К вопросу о механизме осаждения ионов меди(II) в процессе гальванокоагуляционной очистки медьсодержащих сточных вод // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 21. С. 17-20.

9. Сорокина А.А., Мальцева С.А., Кулаков А.А. К вопросу о повышении эффективности обезвоживания гальваношламов // В сборнике: Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 427-428.

ЗАЩИТА ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ

Мухаметшина Елнара Сулудин-кзы, кандидат технических наук,
ст. преподаватель

Новикова Светлана Владимировна, доктор технических наук, профессор
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: приводится способ моделирования динамичного приземного слоя атмосферного воздуха с учетом большого количества значимых трудно моделируемых показателей на основании использования нейросетевых технологий

Ключевые слова: атмосферный воздух, концентрации, нейросетевые технологии

Как обосновывалось нами ранее, для решения задач прогнозирования приземных концентраций атмосферных примесей целесообразно привлечь интеллектуальные методы, в частности, нейросетевые технологии (НТ) [1-4]. Нами была спроектирована нейросетевая модель прогнозирования приземных концентраций примесей по стандартным предикторам. Первоначально строилась интеллектуальная нейросетевая модель на основе тех же входных данных, которые использовались в регламентированной стандартной методике ОНД-86 [5] (скорость выхода газовой смеси из трубы, диаметр устья трубы, высота трубы, температура выбрасываемой газовой смеси, температура окружающего воздуха, коэффициент стратификации атмосферы, масса выброса загрязняющего вещества, коэффициент оседания примесей, направление ветра, скорость ветра, температура, давление, влажность воздуха. Апробация спроектированной нейросети проводилась для г. Нижнекамска – крупного нефтепромышленного центра Республики Татарстан с множеством стационарных источников загрязнения, создающих высокие концентрации примесей в приземном слое атмосферного воздуха. Для обучения спроектированной нейросети использовались данные натурных измерений концентраций на стационарных постах наблюдений за качеством атмосферного воздуха. Эксперименты, проведенные для исследования точности спроектированной и обученной модели показали ее низкую способность к обобщению данных - погрешность, полученная при расчетах на тестовом множестве, составляла около 25%, что сравнимо с расчетом по стандартным неинтеллектуальными моделям. Для повышения способности модели к обобщению и, как следствие, ее точности, необходимо сократить число малозначимых связей, то есть редуцировать модель [6]. Для

редуцирования модели был проведен корреляционный факторный анализ предикторов и предиктантов.

Корреляционный анализ предиктантов выявил весьма низкую корреляцию уровней загрязняющих веществ между собой (в среднем около 0,2). Исключение составила пара предиктантов «диоксид азота - окись азота», для которых коэффициент корреляции составил 0,96. Кроме того, значение концентрации окиси азота в атмосфере проводились не регулярно - лишь в 22 случаях из 62, причем ненулевые значения получены менее чем в 20% случаев. Поэтому было принято решение исключить предиктант «окись азота» из рассмотрения. В случае необходимости следует рассматривать его отдельно для малой выборки измерений.

Таким образом, на основании корреляционного анализа был сделан вывод: для каждого загрязняющего вещества необходимо проектировать и обучать самостоятельную нейросетевую модель. Каждая такая модель будет иметь только 1 выходной нейрон, что уменьшит количество связей в модели. Затем были исследованы зависимости концентраций для каждой примеси, измеряемой на стационарных постах, от значений предикторов. Анализ показал низкую взаимосвязь между концентрациями загрязняющих веществ и параметрами стационарных источников загрязнения. Данный результат можно объяснить неизменностью техногенных параметров источника в связи с чем эти данные можно исключить из модели, однако в этом случае модель останется адекватной лишь при условии их дальнейшей неизменности. В результате были сохранены 12 значащих предикторов (12 нейронов входного слоя): метеопараметры в черте города Нижнекамск и за его пределами (температура, давление, скорость и направление ветра, влажность, измеряемые на стационарных постах), и координаты точки измерения в проекции GS45. Для каждого персептрона предиктант (нейрон выходного слоя) является единственным и отражает уровень загрязнения по конкретной примеси.

В соответствии с результатами редукции модели, было спроектировано и обучено 20 нейросетевых моделей с идентичной топологией: количество входных нейронов сети – 12; количество нейронов выходного слоя – 1; количество скрытых слоев – 1, количество нейронов в скрытом слое – 4; тип функции активации нейронов внутреннего слоя – гиперболический тангенс; тип функции активации выходного нейрона – линейная. Входные и выходные данные нормализуются нелинейным преобразованием - гиперболический тангенс. Проведенные эксперименты доказали адекватность применения предлагаемой интеллектуальной модели, прогнозирующей концентрации примесей в приземном слое атмосферного воздуха. Полученные расчетные значения имеют крайне малое расхождение с экспериментально измеренными концентрациями примесей (0,49%-2,4%).

Таким образом, спроектированная модель позволит осуществлять оперативный прогноз превышения концентраций примесей в приземном

слое воздуха о осуществлять сокращение выбросов предприятий для снижения загрязнения атмосферного воздуха.

Литература

1. Новикова С.В., Тунакова Ю.А. Использование нейросетевых технологий для целей прогноза высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах / Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1 (121). С. 21-28.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Оценка вероятности превышения приземных концентраций примесей в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 1 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 111-114.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 3 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 119-121.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 93 с.
6. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 2 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 115-118.

ОЧИСТКА МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИЙ ЛИСТОВЫМ ОПАДОМ ВИШНИ И РЯБИНЫ

Свергузова Светлана Васильевна, доктор технических наук, профессор
Бомба Илья Васильевич, обучающийся
Воронина Юлия Сергеевна, аспирант
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный университет
им. В.Г. Шухова»

Аннотация: В работе изложены результаты исследования возможности использования листового опада вишни и рябины, широко произрастающих на территории России, для извлечения из водных сред масла индустриального марки И-20А. Установлена высокая эффективность очистки водомасляных эмульсий.

Ключевые слова: листовой опад, вишня и рябина, индустриальное масло, эффективность очистки, водомасляные эмульсии.

На сегодняшний день одними из наиболее эффективных методов очистки сточных вод от разного вида загрязнений являются физико-химические методы, в особенности процессы сорбции. Сорбционные явления основаны на физическом и химическом взаимодействии сорбата и сорбента [1,2]. Традиционно используемым сорбционным материалом для очистки сточных вод является активированный уголь. Однако он имеет высокую стоимость, кроме того отработанный материал требует регенерации, что значительно усложняет и удорожает процесс водоочистки [3-9]. Поэтому в последнее время внимание ученых во всем мире обращается к вопросу использования для очистки сточных вод различных природных материалов и технологических отходов [10-14].

Нами исследована возможность использования для очистки модельных эмульсий листового опада вишни и рябины. Высушенные листья измельчили до размеров частиц менее 5 мм., с насыпной плотностью $\rho_{\text{нас.}} = 0,06 \text{ г/см}^3$. Водородный показатель (рН) водной вытяжки составил 5,8 для листового опада вишни (далее ЛОВ) и 6,1 для листового опада рябины (далее ЛОР). Подготовленными материалами ЛОВ и ЛОР осуществляли очистку маслосодержащих эмульсий от индустриального масла марки И-20А. Водомасляные эмульсии готовили путем внесения 1 мл масла в 2 литра воды и длительного встряхивания (24ч.) до образования устойчивой не расслаивающейся эмульсии.

К 100 см^3 эмульсии добавляли 0,2 и 0,5 г. материала ЛОВ или ЛОР, смесь перемешивали в течении заданного времени, затем отфильтровывали через бумажный фильтр, в фильтрате определяли остаточную мутность с помощью турбидиметра в международных единицах мутности – NTU.

Мутность эмульсии до очистки составила 102 NTU

Результаты исследований приведены в табл.1 и табл.2.

Таблица 1

Мутность эмульсии после очистки, NTU

Листовой опад	Длительность перемешивания, мин.		Длительность перемешивания, мин.	
	4*	10*	4**	10**
ЛОВ	5,23	4,72	4,91	4,52
ЛОР	3,97	3,39	3,93	3,21

* - добавка ЛОР и ЛОВ составила 0,2 г на 100 см³ модельной эмульсии;

** - добавка ЛОВ и ЛОР составила 0,5 г на 100 см³.

Таблица 2

Эффективность очистки маслосодержащих эмульсий с помощью ЛОР и ЛОВ

	Фракция, мм	Масса добавки, г. на 100см ³	Эффективность, %
ЛОР	∅ <1,4	0,6	75,3
	∅ ≥ 5	1,47	74,7
ЛОВ	∅ <1,4	1,24	76,9
	∅ ≥ 5	2,11	71,9

Из полученных данных можно сделать вывод, что исследуемые материалы ЛОВ и ЛОР являются эффективными при извлечении масла марки И-20А из водных сред и могут использоваться в водоочистке.

Литература:

1. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий, Ю.Г. Фролов, Е.Д. Щукин // 2-е изд. - М.: Химия. – 1976. – 512 с.
2. Хлынина Н.Г. Изучение сорбционных свойств сорбентов в статистических условиях / Н.Г. Хлынина, И.С. Алексейко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – № 1. – С. 92 – 99.
3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. – Л.: Химия. – 1982. – 168 с.
4. Ермакова О.Д. Структура и динамика опада листопадных пород в древостоях северного макрослона хребта Хамар-Дабан (южное Прибайкалье) / О.Д. Ермакова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2009. – Т. 11. – №1 (3). – С. 377 – 380.
5. Бухарина И.Л. Особенности содержания танинов в листьях древесных растений в техногенной среде / И.Л. Бухарина, А.М. Кузьмина, П.А. Кузьмин // Химия растительного сырья. – 2015. – № 4. – С. 71 – 76.
6. Шаймарданова А.Ш. Использование листового опада в качестве сорбционного материала по отношению к ионам железа / А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова // Природа, экология и народное хозяйство: Материалы научной конференции.– Воронеж, 2015. – С. 79 – 81.

7. Шаймарданова А.Ш., Степанова С.В. Использование химических реагентов для увеличения сорбционной емкости листового опада по отношению к ионам железа (II) / А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – № 3. – С. 31-35.
 8. Шаймарданова А.Ш., Степанова С.В., Шайхиев И.Г. Исследование влияния плазменной обработки на сорбционные свойства березового опада по отношению к ионам железа / А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев // Вестник Казанского государственного технологического университета – 2015. – Т. 18. – № 15. – С 253 – 256.
 9. Куликова М.В. Разработка метода утилизации отработанных растительных сорбентов, использованных для очистки воды от нефтепродуктов / М.В. Куликова, А.Н. Романова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 3/1. – С. 214 – 216.
 10. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Том Отити. Адсорбция веретенного масла нативным и термомодифицированным листовым опадом каштанов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 4 – 11.
 11. Сапронова Ж.А., Свергузова С.В., Святченко А.В. Роль естественной гидрофобности растений в очистке нефтесодержащих эмульсий // Вода: химия и экология. 2018. № 7-9. С. 85-91.
 12. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. О возможности применения листового опада каштанов для очистки водных систем от ионов меди / Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Алушта, 4-8 июня, 2018 г. // Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород 2018. – Ч.II. С. 212-216.
 13. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. Использование листового опада каштанов для извлечения ионов никеля из растворов / Энерго- и ресурсосберегающие экологические чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. III Междунар. науч.-техн. конф., Белгород, 14-15 нояб., 2017. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С. 84-89.
- Степанова С.В., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы / Степанова С.В., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 6 С. 183-186.

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЭЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Галиакбарова Регина Маратовна, обучающийся
Мальцева Светлана Александровна кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева - КАИ»

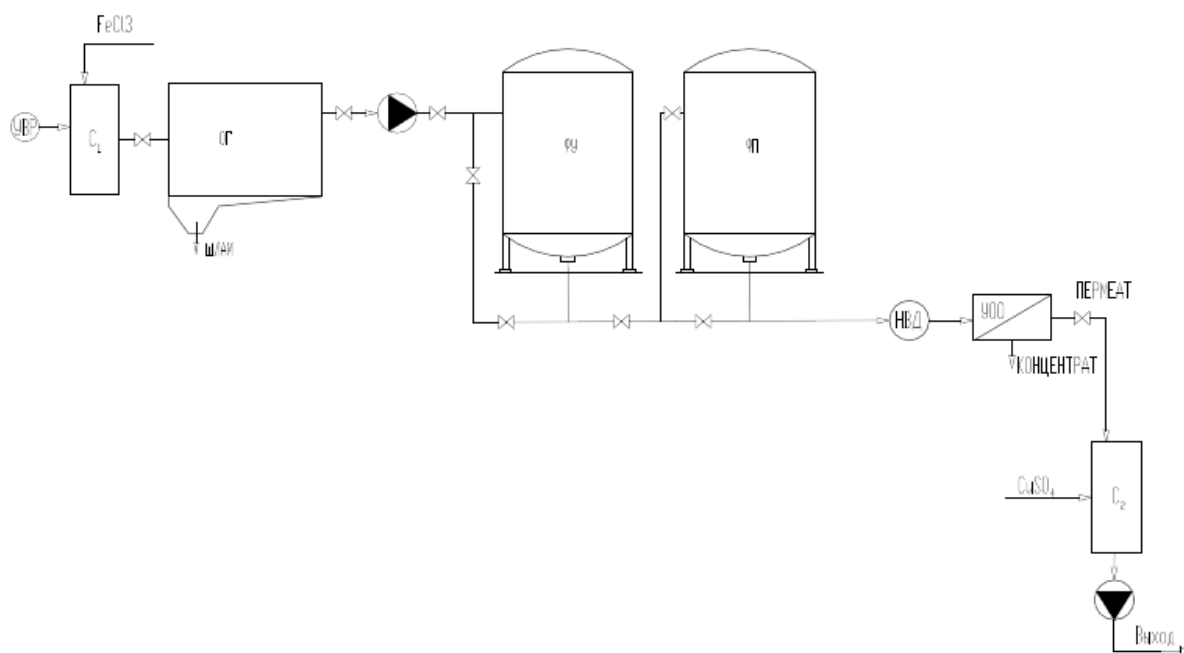
Аннотация: Предложена технологическая схема водоподготовки, включающая горизонтальный отстойник, фильтр комбинированного типа, установка обратного осмоса и система обеззараживания обессоленной воды при помощи раствора медного купороса ($0,001 \text{ мг/м}^3$). Водоподготовка на предприятии ТЭЦ позволяет снизить концентрации взвешенных веществ в 7,5 раз, концентрацию общей жесткости в 7,2 раза, концентрацию железа (Fe^{+3}) в 9,5 раз. Производительность системы 200-300 $\text{м}^3/\text{ч}$. Согласно расчету аппарата рулонного типа определены такие показатели как проницаемость на входе разделяемого раствора в аппараты обратного осмоса $G_H=1,67 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$; проницаемость по воде $G_O=103 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; селективность составила $\phi=0,959$; рабочая поверхность мембран в одном элементе $F_D=0,8 \text{ м}^2$, $F_A=28,8 \text{ м}^2$; расход фильтрата $L_\phi=4,26 \text{ кг}/\text{с}$; Эффективность очистки солей жесткости установкой обратного осмоса составила 96%. По результатам расчета экономической эффективности, сумма капитальных вложений составляет 4 403 424 руб. Экономический эффект составляет 1,38 руб./руб. Срок окупаемости 3 года.

Ключевые слова: водоподготовка, осмос, мембранный модуль, фильтрующие элементы.

Обеспечение техногенной безопасности предприятия ТЭЦ важная задача, наряду с инженерной защитой гидросферы и атмосферы [1-4] и инженерной защитой, направленной на предотвращение загрязнения окружающей среды отходами [5, 6].

Объектом исследования является солесодержащая речная вода, направленная на водоподготовку для дальнейшего использования на предприятии ТЭЦ. На основании изучения научно-технической литературы в области обеспечения экологической безопасности [7 – 10] выбрана мембранная технология водоподготовки и предложена технологическая схема, представленная на рис.1. Речная вода в количестве 200-300 $\text{м}^3/\text{час}$ подается устройством водораспределения в смеситель с дополнительным добавлением коагулянта гипохлорита железа, который способствует окислению биоорганических примесей и осаждению коллоидно-дисперсных частиц. Водный раствор, смешанный с коагулянтом, проходит стадию осветления в горизонтальном отстойнике (ОГ). После отстаивания вода насосами подается на фильтры с гранулированным углем и рулонными полимерными кассетами из

волокон полипропилена предназначены для улавливания частиц до 10 микрон (ФУ и ФП).



УВР-устройство водораспределения (3 шт); C_1 - смеситель исходной воды (3 шт); ОГ - отстойник горизонтальный (3 шт); ФУ- фильтр угольный (3 шт) и ФП- фильтр полимерный (3 шт); УОО -установка обратного осмоса (3 шт); C_2 - смеситель для обеззараживания частично обессоленной воды медным купоросом (2 шт);

Рис. 1. Технологическая схема очистки воды методом обратного осмоса

Обработка воды медным купоросом направлена главным образом на борьбу с биообрастанием. Обеззараживание обессоленной воды проводится путем ввода $CuSO_4$ с концентрацией $0,001 \text{ мг/м}^3$. На выходе в систему получаем обессоленную воду, по концентрациям загрязняющих веществ удовлетворяющую регламентным нормам предприятия ТЭЦ - РД 34.20.501-95 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

Предлагаемая технологическая схема водоподготовки ТЭЦ, включает горизонтальный отстойник, фильтр комбинированного типа, установку обратного осмоса. Производительность системы $200-300 \text{ м}^3/\text{ч}$. Водоподготовка на предприятии ТЭЦ позволяет снизить концентрации взвешенных веществ в 7,5 раз, концентрацию общей жесткости в 7,2 раза, концентрацию железа (Fe^{+3}) в 9,5 раз согласно контролю загрязняющих веществ и расчетным данным, тем самым предотвратить коррозию на внутренних поверхностях нагревательных элементов оборудования и минимизировать рост расходов топлива, т.к. накипь является плохим проводником тепла.

Согласно расчету аппарата рулонного типа определены такие показатели как проницаемость на входе разделяемого раствора в аппараты обратного

осмоса $G_H=1,67 \cdot 10^{-3}$ кг/(м·с); проницаемость по воде $G_0=103$ кг/(м²·с); селективность составила $\varphi=0,959$; рабочая поверхность мембран в одном элементе $F_3=0,8$ м², $F_a=28,8$ м²; расход фильтрата $L_\phi= 4,26$ кг/с; Эффективность очистки солей жесткости установкой обратного осмоса составила 96%.

Основной задачей технико-экономического обоснования является определение величины экономического эффекта от использования установки обратного осмоса. Согласно расчету капитальных затрат на проектирование аппарата доочистки обратным осмосом, затрат на сырье и материалы, затрат на использование технологической энергии, расчету оплаты труда, расчету дополнительных расходов капитальные затраты составили 4 403 424 руб., эксплуатационные затраты 83 450руб. Срок окупаемости – 3 года. Таким образом, с целью повышения техногенной безопасности производства ТЭЦ обоснована экологическая целесообразность и экономическая эффективность внедрения установки обратно-осмотических модулей.

Литература:

1. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – №14. – С. 131-133.
2. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета, 2015.– Т.18.– №3. – С. 101-103.
3. Мингазетдинов И.Х., Григорьева И.Г., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета, 2014. –Т.1 .– №5.– С. 194-197.
4. Кулаков А.А., Мальцева С.А. // Вестник Казанского технологического университета, 2016.– Т.19. – №21. – С. 17–21.
5. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета, №10/2013, с.163-169.
6. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. // Вестник Казанского технологического университета, №10/2013, с.223-226.
7. Тунакова Ю.А., Чудакова О.Г., Галимова А.Р., Габдрахманова Г.Н // Вестник Казанского технологического университета.– 2013.– Т. 16.– № 1.– С. 54-56.
8. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10 - 2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов», 2015. - 395 с.
9. Николаев Г.И. Барометрические процессы. Теория и расчет. — М.: Химия, 2007. — 272 с.
10. Ляликов Ю.С. Мембранная технология в промышленности. — К.: Техника, 1990. — 247 с.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Гидиятуллина Илсина Ильгизовна, студент

Научный руководитель: Желовицкая Алла Всеволодовна, кандидат
химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева- КАИ»,

Аннотация: Приводится обзор утилизации отходов естественным и термическим способом.

Ключевые слова: вторичная переработка, компостирование, брикетирование, пиролиз, невозобновляемые природные ресурсы.

В последние десятилетия отмечается рост промышленности, населения городов и проблема утилизации мусора становится все более актуальной. Поэтому необходимо строительство мусороперерабатывающих заводов вдали от населенных пунктов, а также использование современных методов и способов их утилизации [1].

К естественным способам переработки мусора относят компостирование и брикетирование. При утилизация твердых отходов методом компостирования раньше вырывали котлованы и сбрасывали туда отходы органического происхождения и присыпали землей. В процессе гниения и разложения со временем образовывались органические удобрения. Не так давно этот метод усовершенствовали. Стали производить специальные подогреваемые герметичные установки. При нагревании органические отходы разлагаются быстрее, в результате образуется биогаз (метан), который стал использоваться для производства биотоплива. Эти установки не способны переработать такие отходы как, стеклянные, строительные, пластиковые и полиэтиленовые и т.п.

Утилизация твердых отходов методом брикетирования является новым подходом к проблеме утилизации отходов. Он заключается в упаковке однородных отходов в отдельные брикеты, что позволяет уменьшить объем отходов, а предварительная сортировка позволяет отложить компоненты, которые потом отправляют на вторичную переработку. После упаковки отходы прессуются, что в дальнейшем еще уменьшает их объем и облегчает транспортировку. Брикеты с мусором утилизируют путем термической обработки или складируют в специально отведенных полигонах [2].

Утилизация твердых отходов методом термической обработки является распространенным и одним из дешевых методов обращения с отходами. В этом случае в результате горения исходные объемы уменьшаются в несколько раз, а выделяемая энергия может быть использована для нагрева воды в системах отопления или для выработки электроэнергии. При утилизация твердых отходов этим способом на начальном этапе необходимо отходы сортировать. Это связано с тем, что некоторые материалы при горении выделяют в атмосферу большое количество токсичных веществ, таких как диоксины.

Сжигание бывает двух видов: прямое и пиролизное. При прямом сжигании получается только тепловая энергия, а при пиролизе образуются два вида топлива: газовое и жидкостное. Оба способа имеют существенный недостаток – при горении выбрасываются вредные вещества в атмосферу, что наносит значительный экологический ущерб. Наиболее опасным сжиганием является термическая обработка при низких температурах. Сжигание должно происходить при температуре более плюс 850°C, поскольку именно при этих показателях происходит «дожигание» остатков отходов и частичная нейтрализация токсичных веществ в выделяемом дыме.

Кроме токсичных веществ, выделяющиеся при горении, образуются еще два компонента – зола и шлак, которые составляют около 30% от исходного вещества. Утилизация этих веществ весьма проблематична, поскольку они также обладают высокой токсичностью [3].

Плазменная переработка в настоящее время является самым современным методом утилизации отходов. Суть процесса заключается в следующем: отход измельчают, прессуют для получения гранулированной структуры. Гранулы помещают в специальный реактор, где с помощью плазменной струи передают нужное количество энергии, что способствует переходу их в газообразное состояние. Для того, чтобы предотвратить горение в камере запускают окислитель. В итоге получается газ, подобный природному, но с более низким содержанием энергии. Он собирается в большие герметичные емкости для дальнейшей переработки и использования в качестве топлива. Но новая технология не получила широкого распространения из-за дорогостоящего оборудования [4].

Вторичная переработка отходов является самым эффективным методом утилизации отходов. Мусор содержит много полезных элементов, пригодных для производства новых материалов и изделий. Для вторичной переработки из отхода выделяют: металлы и сплавы; древесные отходы; стекло; бумажные и картонные изделия; полимеры; резиновые отходы; остатки пищи. Вторичная переработка приносит хорошую прибыль, что тоже свидетельствует об эффективности данного способа утилизации. Также, вторичное использование сырья позволит сэкономить невозобновляемые природные ресурсы [2].

Литература:

1. Кривошеин Д.А. Системы защиты среды обитания. В 2 т. Т. 2: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образов. – М.: Изд. центр «Академия». – 2014. – С. 159-218.
2. Гидиятуллина И.И. Технологии переработки твердых отходов // Всероссийская конференция «Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы IV Всероссийской конференции и школы для молодых ученых (с международным участием)» (г. Таганрог, Россия, 11-15 сентября 2017 г.) – Таганрог: ЮФУ, 2017. – С. 63-65.
3. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих схем способов

утилизации и переработки отходов полимеров // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – Т.16. – № 10. – С. 163-168.

4. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимическая деструкция ароматических соединений// Вестник Казанского технологического университета, 2014. – Т. 17. – № 9. – С. 262-266.

ПОЛУСУХОЙ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

Гидиятуллина Илсина Ильгизовна, студент
Научный руководитель: Желовицкая Алла Всеволодовна, кандидат
химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,

Аннотация: приводится обзор и обоснование полусухого каталитического способа очистки выбросов мусоросжигательного завода.

Ключевые слова: сухой каталитический метод, отходы

За последние несколько лет население существенно увеличилось и, как следствие, возросло количество бытовых отходов. Решением данной проблемы является сжигание отходов в мусоросжигательных заводах [1].

Мусоросжигание - это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Работа любого мусоросжигательного завода (далее МСЗ) опасна для окружающей среды и здоровья населения. При разделении из отходов стараются удалить крупные объекты, металлы и дополнительно его измельчить. Для того, чтобы уменьшить вредные выбросы, из отходов также извлекают батарейки, аккумуляторы и пластик. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным [2]. Экологические проблемы в сфере обезвреживания отходов термическим способом определяются экологическими аспектами. При термическом обезвреживании отходов к экологическим аспектам, оказывающим прямое воздействие на окружающую среду и здоровье человека, относятся: выбросы в атмосферу, сбросы сточных вод, образование отходов, сбор и хранение (накопление) обезвреживаемых отходов и реагентов, в том числе опасных. Однако общеизвестным фактом является образование отходящих газов из мусоросжигательных печей, которые содержат ароматические органические соединения, такие как, диоксины, хлорфенолы, хлорбензолы, полиароматические углеводороды, тяжелые металлы в форме солей и окислов (висмут, серебро, олово, свинец, кадмий, сурьма, медь, цинк, хром, ртуть) и другие вещества. Выделившиеся при горении мусора газы направляют на очистные сооружения. Очистные сооружения мусоросжигательного завода самая тонкая и самая дорогая часть завода. После очистки газы выбрасываются в атмосферу. Несгораемые отходы (шлак и зола) направляются в зону погрузки на транспорт для перемещения на полигоны для захоронения [3].

Какая бы современная система очистки ни использовалась, опасные вещества, все равно, продолжают загрязнять окружающую среду. Тяжелые металлы оседают вокруг мусоросжигательного завода по розе ветров, образуя характерное пятно загрязнения. После этого начинаются миграционные

процессы, и токсичные металлы разносятся во все стороны, загрязняя почву и воду, накапливаясь, в том числе, в продуктах питания [4].

Согласно литературным данным термическое обезвреживание отходов на современном уровне развития науки и техники обеспечивает практически полное разрушение находящихся в отходах органических вредных веществ.

Для очистки выбросов от печей сжигания отходов применяют полусухой каталитический способ. На этапе полусухой обработки кислых компонентов, органических загрязняющих веществ, тяжелых металлов и ртути поглощаются расходными материалами (известковое молоко, активированный уголь, натрия бикарбонат) и летучей золой. Твердые продукты реакции оседают в рукавном фильтре вместе с летучей золой [5].

Технологическая схема процесса полусухой очистки дымовых газов состоит из полусухого абсорбера, рукавного фильтра и системы рециркуляции.

Твердые остатки от сжигания отходов направляются в бункер для временного хранения. В качестве поглотителей используются известковое молоко, активированный уголь и бикарбонат натрия, которые вступают в реакцию с загрязняющими веществами в дымовых газах от сжигания, а затем в рукавных фильтрах, где происходит отделение зольной пыли. Для отделения кислых загрязняющих веществ известковое молоко распыляется в полусухом абсорбере. Водная часть полностью испаряется в абсорбере, для дальнейшего исключения появления сточных вод в этом процессе. Часть удаленного остатка перерабатывается и снова вводится в поток дымовых газов выше фильтра для сокращения расходов материала. Активированный уголь вводят, чтобы адсорбировать тяжелые металлы в газообразной форме и их соединений, а также газообразные органические соединения.

Дымовые газы выходят из котла и поступают на первую ступень очистки в полусухой абсорбер. Конструктивно верхняя часть абсорбера представляет собой спиральную камеру. В верхней части реактора создается турбулентная зона, в которой при помощи высокоэффективной системы низкого давления с двойными соплами производится впрыск известкового молока и воды.

Дымовые газы проходят через реактор в направлении сверху вниз в одном потоке с выпаренным известковым молоком. Высота и диаметр реактора рассчитываются таким образом, что бы при прохождении дымовых газов впрыскиваемое известковое молоко полностью испарялось, а загрязняющие вещества поглощались реагентами. В нижней части дымовые газы разворачиваются и выходят из абсорбера вертикально, поступая в рукавный фильтр [6].

Для отделения продуктов реакции и летучей золы от дымовых газов, используют рукавный фильтр, установленный ниже абсорбера. Рукавный фильтр состоит из камеры для неочищенного газа, секции очистки газа с перфорированными стенками и фильтрующими мешками, которые подвешены в камере неочищенного газа, и пневматического оборудования для удаления пыли. Остатки, после задержания рукавным фильтром, собираются в буферном баке. Поскольку эти остатки все еще содержат большое количество

непрореагировавших реагентов, для повышения буферного эффекта системы и снижения потребления расходных материалов часть их подвергают переработке. В качестве среды для переработки используют очищенные от пыли дымовые газы, отбираемые за рукавным фильтром. Далее к перерабатываемому потоку добавляют активированный уголь. Переработанный газ подается через канал подачи дымовых газов в рукавный фильтр. Активированный уголь вступает в реакцию остатками загрязняющих веществ в газе. При переполнении буферного бака остатки передаются в систему транспортировки остатков [6].

Литература:

1. Кривошеин Д.А. Системы защиты среды обитания. В 2 т. Т. 2: учеб. пособие для студ. учрежд. высш. проф. образов. – М.: Изд. центр «Академия». – 2014. – С. 159-218.
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов. Инженерная экология для бакалавриата. Учебное пособие. «Инфра – инженерия», Москва – Вологда, 2016 – 202 с.
3. Чудакова О.Г., Желовицкая А.В., Бескровный Д.В. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий // Вестник Казанского технологического университета, 2016. – Т. 19. – № 22. – С. 182-186.
4. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимическая деструкция ароматических соединений // Вестник Казанского технологического университета, 2014. – Т. 17. – №9. – С.262– 266.
5. Дудникова А.Г. Утилизация отходов – проблема социальная / А.Г. Дудникова // твердые бытовые отходы, 2008. – №12. – С. 20–24.
6. Паульштайнер Р. Австрийская система очистки дымовых газов / Р. Паульштайнер, М. Граф, И. Штубенволь // Твердые бытовые отходы, 2007. – № 4. – С. 59-63.

УДК 504.064.

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Глущенко Ирина Андреевна¹, обучающаяся
Сибгатуллина Ольга Сергеевна¹, ст. преподаватель
Гумерова Гузель Ильдаровна¹, кандидат технических наук, ст.
преподаватель

¹ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. В данной работе предложена минимизация техногенного воздействия на атмосферный воздух путем уменьшения концентрации соединений тяжелых металлов в зоне эксплуатации МСЗ, используя метод фильтрационной очистки дымовых газов с последующим контролем исходного и остаточного содержания окислов тяжелых металлов для оценки опасностей деятельности МСЗ.

Ключевые слова: термическая утилизация, тяжелые металлы, твердые коммунальные отходы

Термическая утилизация твердых коммунальных отходов - это широко распространенный способ уничтожения твердых отходов, который широко применяется с конца XIX в. Помимо снижения объема и массы, сжигание мусора позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. Поэтому для крупных городов с населением более 0,5 млн. жителей целесообразнее всего использовать термические методы обезвреживания ТКО.

Проблема полной или частичной утилизации твердых коммунальных отходов актуальна, прежде всего, с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду. Недостатком этого способа является выделение в атмосферу вредных веществ, а также уничтожение ценных органических и других компонентов (черных, цветных, редких и рассеянных металлов), содержащихся в составе бытового мусора [1].

Сложность такого метода переработки заключается, в первую очередь, в многокомпонентности отходов, а также связана с повышенными санитарными требованиями к процессу их переработки. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города, нормальное функционирование с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

При сжигании ТКО получают 28-44% золы от сухой массы и газообразные продукты в виде двуокси углерода, паров воды и различных примесей. Запыленность отходящих газов составляет 5 - 10 г/м³ (25 - 50 кг/т ТКО). Так как процесс горения отходов происходит при температуре 800 - 900°С, то в отходящих газах присутствуют органические соединения

(альдегиды, фенолы, хлорорганические соединения (диоксин, фуран)), а также соединения тяжелых металлов.

Установлено, что содержание кадмия, свинца, цинка и олова в копоти и пыли, выделяющихся при сжигании твердых отходов изменяется пропорционально содержанию в мусоре пластмассовых отходов [2]. Выбросы ртути обусловлены присутствием в отходах термометров, сухих гальванических элементов и люминесцентных ламп. Наибольшее количество кадмия содержится в синтетических материалах, а также в стекле, коже, резине. Исследованиями США выявлено, что при прямом сжигании твердых коммунальных отходов большая часть сурьмы, кобальта, ртути, никеля и некоторых других металлов поступает в отходящие газы из негорючих компонентов, т.е. удаление негорючей фракции из бытовых отходов понижает концентрацию в атмосфере этих металлов. Источниками загрязнения атмосферы кадмием, хромом, свинцом, марганцем, оловом, цинком являются в равной степени как горючая, так и негорючая фракции твердых коммунальных отходов. Таким образом, можно констатировать, что главным направлением в сокращении выделения вредных веществ в окружающую среду диктуют необходимость поисков технологических путей утилизации ТКО с наименьшим отрицательным влиянием на окружающую среду, начиная с сортировки и раздельного сбора мусора [3].

В данной работе было предложено установить на мусоросжигательном заводе систему очистки дымовых газов от загрязняющих веществ, состоящую из четырех последовательно связанных аппаратов (рис. 1) [4]:

первая стадия - с применением распылительного абсорбера (с впрыском в дымовые газы перед абсорбером тетрасульфида натрия Na_2S_4 для повышения эффективности улавливания ртути),

вторая стадия - с применением рукавного фильтра,

третья стадия - с применением фильтра активированного угля (для адсорбционной очистки от диоксида серы, хлористого водорода, фтористого водорода, тяжелых металлов, диоксинов, фуранов, других органических компонентов),

четвертая стадия - с применением установки для очистки газов от оксидов азота.

Технологическая схема газоочистки предусматривает следующие последовательные операции:

- 1) очистка от HCl и HF (абсорбер Вентури);
- 2) реагентная очистка от SO_2 (впрыск CaO в абсорбер)
- 3) каталитическая очистка от NO_x с использованием титанового катализатора (с подогревом газов на входе до 320°C с помощью газов горелки; охлаждение газов производится с помощью регенеративного вращающегося теплообменника);
- 4) очистка от металлов (впрыск активированного угля) и фильтрование (рукавный фильтр); температура газов на входе в фильтр - 120°C .

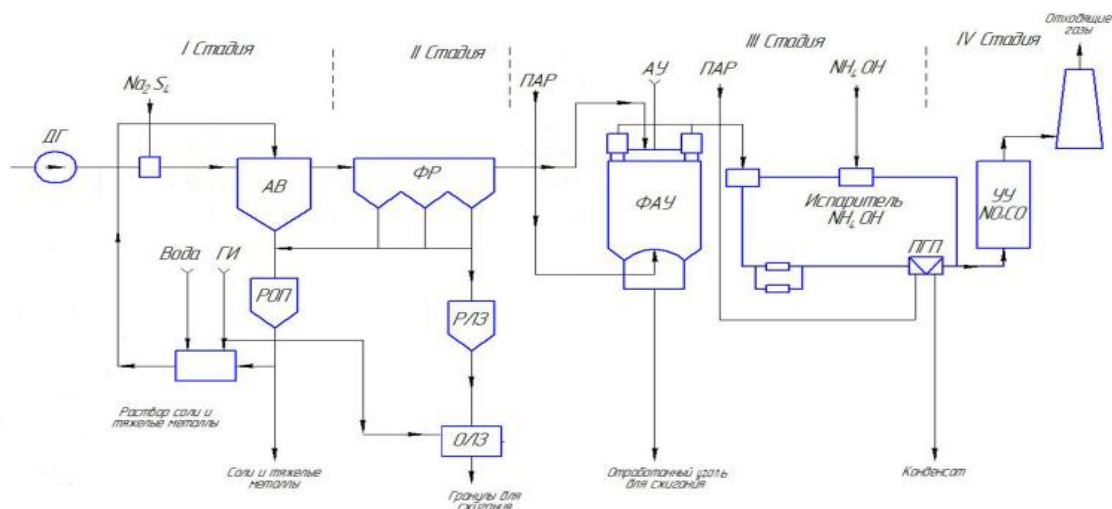


Рис. 1. Технологическая схема системы газоочистки:

ДГ - дымовые газы, РЛЗ - резервуар летучей золы, ОЛЗ - обработка летучей золы, ГИ - гашёная известь, АВ - абсорбер Вентури, РОП - резервуар остаточных продуктов, ФР - фильтр рукавной, ФАУ - фильтр активированного угля, АК - активированный уголь, ПГП - пара - газа подогреватель, УУ - удаление оксида азота

Для того, чтобы может образующиеся при сжигании ТКО газы не содержали полихлордибензодиоксинов и полихлордибензофуранов, необходимо обеспечить стабильный температурный режим процесса горения, при котором дымовые газы имели бы температуру более 850°C в течение не менее двух секунд. Чтобы свести к минимуму вторичное образование диоксинов и фуранов возможна закалка дымовых газов (быстрое охлаждение до 200°C), а также связывание HCl (например, с помощью раствора соды распылением при температуре не менее 1000°C) [5].

Необходимо отметить, что практическая реализация весьма сложных современных технологий очистки дымовых газов, обеспечивающих выполнение нормативов на выбросы вредных веществ в атмосферу, требует очень высоких капитальных затрат (от 30 до 50% и более от стоимости завода), а также эксплуатационных затрат.

Эффективность работы адсорбционной установки в первую очередь зависит от соответствия способа организации процесса, физико-химических характеристик обрабатываемых газов и адсорбента. По расходу, температуре, влажности, давлению отбросных газов, концентрации загрязнителя и его свойствам подбираются вид адсорбента, конструкция аппарата, вид адсорбции, режим обработки. В данной работе был выбран адсорбер с неподвижным слоем адсорбента - активированного угля. Был проведен расчет адсорбера, который включал в себя две стадии: приближённый конструктивный расчет для определения необходимой массы, геометрии и проверочный расчет для определения времени защитного действия адсорбера.

Расчет адсорбционной установки периодического действия для улавливания паров тяжелых металлов из воздуха активным углем, работающую по четырехфазному циклу, проводился при следующих условиях:

- 1) расход паровоздушной смеси $30\,000\text{ м}^3/\text{ч} = 8,33\text{ м}^3/\text{с}$;
- 2) температура паровоздушной смеси 20°C ;
- 3) атмосферное давление $735\text{ мм рт. ст.} = 9,81 \cdot 10^4\text{ Па}$;
- 4) начальная концентрация тяжёлых металлов: Cd - $1\text{ мг}/\text{м}^3$, Pb - $1\text{ мг}/\text{м}^3$, Cr - $1\text{ мг}/\text{м}^3$, As - $1\text{ мг}/\text{м}^3$;
- 5) допустимая концентрация тяжёлых металлов: Cd - $0,003\text{ мг}/\text{м}^3$, Pb - $0,001\text{ мг}/\text{м}^3$, Cr - $0,0015\text{ мг}/\text{м}^3$, As - $0,1\text{ мг}/\text{м}^3$.

Согласно проведенному расчету основных характеристик аппарата очистки: масса сорбента составила $0,39\text{ кг}$; концентрацию паров на выходе из аппарата – $0,1\text{ г}/\text{м}^3$; продолжительность адсорбции – 32346 с .

Полученное время защитного действия адсорбера более чем на 10% перекрывает необходимое время непрерывной работы аппарата, т.е. рассчитанный адсорбер полностью отвечает требованиям.

Таким образом, эффективное сжигание и многостадийная газоочистка обеспечивают значительно более низкое содержание в отходящих газах вредных веществ, чем это требуется по нормам.

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Подходы к оценке определения опасности диоксинов/ Известия Самарского научного центра Российской академии наук – СИЦ РАН – 2016. – Т. 18. - № 5(3) – С. 419-424.
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А.. Тяжелые металлы и мусоросжигание как источник их поступления в окружающую среду/ Науч. журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16, № 21, 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013 г, с. 203-209
3. Гоголь Э.В., Егорова О.С., Гумерова Г.И., Бадретдинов Р.З. Балобанов П.А. Подходы к обращению с отходами портативных батарей и аккумуляторов // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 124 – 126.
4. Ellina V. Gogol, Guzel I. Gumerova, Olga S. Egorova. Approaches to assessment and hazard identification of dioxins. International Conference “Environmental Engineering”, 10th International Conference „Environmental Engineering“ DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.021>
5. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов./ Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259

СИСТЕМА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ГОРОДА (КАЗАНЬ)

Горшкова Асия Тихоновна, кандидат географических наук,
заведующая лабораторией гидрологии;

Урбанова Ольга Николаевна, старший научный сотрудник

Бортникова Наталья Валерьевна, научный сотрудник

Горбунова Юлия Владимировна, младший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук РТ

Аннотация. Расположенный на левобережье Куйбышевского водохранилища, город Казань находится в зоне риска природного и гидротехнического подтопления. Во избежание негативных и катастрофических последствий подтопления в 1957 г. была создана система инженерной защиты, которая в настоящее время требует капитального ремонта и реконструкции.

Ключевые слова: природное и гидротехническое подтопление, инженерная система защиты.

Центральная часть города лежит на высокой среднелепистоценовой террасе левого берега р. Казанка. Четко выраженный в рельефе уступ террасы делит ее на два уровня - верхний, на котором расположена ул. Кремлевская и нижний - по ул. Баумана. На нижней террасе расположена и система связанных между собой озер Кабан, являющаяся регулирующим бассейном для ливневых и паводковых вод центральной части города. Граница водохранилища в черте города составляет 26.5 км, и проходит от п. Займище (мост автодороги М7 через р. Волга) до п. Отары. В административном отношении это Кировский и Приволжский муниципальные районы города.

Правобережную низкую надпойменную террасу р. Казанка в начале XX в., занимало обширное торфяное Кизическое болото. В меженный период года русла рек Волги и Казанки являлись естественными дренами, принимающими грунтовые воды пойм и низких надпойменных террас. Весной поверхностный сток, поступающий как в русла рек, так и в нижележащие водоносные горизонты, вызывал не только повышение уровня в реках, но и создавал подпор подземных вод. Это являлось основной причиной природного подтопления расположенных в правобережье поселений (Савиново, Гривка, Кизическая и Козья Слободы).

После заполнения Куйбышевского водохранилища в 1957 г. под его воды ушла живописная пойма и частично первая надпойменная терраса р. Казанка, низовья которой превратились в залив. Заполнение водохранилища вызвало повышение уровня подземных вод на 6-8 м в прибрежных частях долин рек Волги и Казанки, что способствовало образованию участков постоянного подтопления по левобережью Волги (от п. Новое Аракчино до Адмиралтейской Слободы шириной до 0.5-1.0 км), по правобережью Казанки (район п. Слобода Гривка и Савиново), южному побережью озер Кабан, территории Ленинской и

Кировской дамб (шириной до 200-300 м). Подтопление обусловлено влиянием колебаний уровня водохранилища на подземную гидросферу города.

Комплекс инженерной защиты представляет собой дренажно-осушительную систему, включающую 11 дамб обвалования и плотин общей протяженностью 24 км, открытые и закрытые дрены (19 км), естественные дрены (озера Кабан, старая излучина реки Казанки, протока Булак – 12 км), более 160 км ливневых коллекторов, 2300 ливневых колодцев и ливнеприемников, семь насосных станций общей производительностью 70 тыс. м³ в час [1].

Гребень дамб обвалования и плотин соответствует уровню 58-59 м, что превышает максимальный проектный уровень при пропуске весеннего половодья вероятностью превышения 0.01% (уровень опасного явления) Куйбышевского водохранилища (55.3 м).

По берегу водохранилища возведены Кировская и Портовая дамбы, протяженностью 8 км. В нижнем течении р. Казанка были построены Кремлевская (1.5 км) и Федосеевская (1.2 км) дамбы по левому берегу, Нижне-Зареченская (2.0 км) и Верхне-Зареченская (1.7 км) по правому берегу. Кировская (1.5 км), Ленинская (1.1 км), третья транспортная (0.14 км) дамбы, а также построенная в 2005 г. дамба вдоль моста «Миллениум» (1.8 км) соединяют Заречье с центральной частью города [2,3]. Южная 14-ти км дамба защищает от подтопления поселки Поповка, Кукушкино, Новое Победилово, Борискино. Вокруг каждой защитной дамбы построена дренажная система с насосными станциями, перехватывающие грунтовые, дренажные и поверхностные ливневые воды. Отвод всех вод, в том числе и выдавливаемых на поверхность под тяжестью инженерных сооружений, осуществляют насосные станции, перекачивающие их в Куйбышевское водохранилище и в р. Казанка. Насосные станции регулируют и уровень воды в системе озер Кабан, перекачивая из них в водохранилище излишки воды по дрене, протянувшейся почти на 5.0 км.

В ходе создания водохранилища русло нижнего течения р. Казанка было спрямлено и углублено для пропуска казанской воды через Кировскую дамбу. Отсеченное Верхней (0.6 км) и Нижней (0.8 км) плотинами русло превратилось в цепочку водоемов, дренирующих поверхностные и дренажные воды с территории Кировского и Московского районов города.

По мере развития городского каркаса большая часть водоемов правобережья р. Казанка была засыпана, а территория застроена жилыми кварталами. В настоящее время остатки Кизического болота сохранились в виде фрагментов озерно-болотного комплекса и искусственного озера, примыкающего к «Парку Победы». Несмотря на наличие больших водоемов, расположенных в квадрате ул.ул. Короленко-Адаратского-Чуйкова-Ямашева, являющихся естественными дренами грунтовых вод с высоким уровнем стояния, природное подтопление правобережья Казанки остается важной гидрогеологической проблемой для города.

Кроме природного и гидротехнического подтопления территория города подвержена строительному подтоплению, которое зафиксировано в районах

довольно плотной городской застройки, особенно в пределах Заречья и Волжско-Ноксинского междуречья, где широко распространены просадочные грунты и закарстованные породы. Глубинные карстовые процессы и медленное уплотнение заторфованных грунтов в условиях возрастания статистической нагрузки на поверхность земли приводят к интенсивному опусканию (4-6 мм/год) территория Заречья. На это указывает планомерный рост уровня грунтовых вод, которому способствуют и постоянные утечки из водокоммуникаций. Вода из старых, изношенных коммуникаций, попадая в различные по физико-механическим и инфильтрационным свойствам грунты города, создают благоприятные условия не только для образования техногенной верховодки, но и приводит к увеличению агрессивности подземных вод. Последнее обуславливает снижение прочности оснований зданий и сооружений, что проявляется в их неравномерной просадке, появлению трещин и разрушении некоторых зданий старой части города [4].

В настоящее время система инженерной защиты города не справляется со своей задачей. Проработав в режиме постоянной технической готовности в течение 60 лет, она отслужила нормативный срок. К настоящему времени повреждены, заилены (до 2.5 м), замусорены и заросли (даже деревьями) многие дренажные системы, что снизило поступление дренажных вод на 30%. Техническое состояние многих сооружений уже не отвечает требованиям ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». Застройка территории у дренажных канав усугубляет сложившуюся ситуацию. Прокладка новых подземных коммуникаций изменяет естественные пути дренирования подземных вод, возникают проблемы подтопления подвалов даже на возвышенных территориях города.

Литература:

1. Информация о техническом состоянии гидротехнических сооружений инженерной защиты г.Казани [Электронный ресурс] – Режим доступа: eco.tatarstan.ru/tat/file/pub/pub_8045.doc.
2. Компьютерная программа Google Earth Pro.
3. Топографические карты. Центральная часть Казани. Масштаб 1:10 000. Роскартография, 2001г.
4. Экология города Казани. – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2005. – 576 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА

Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук, старший преподаватель,

Сибгатуллина Ольга Сергеевна, старший преподаватель,

Семенов Леонид Сергеевич, обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева- КАИ»

Аннотация. Организация производства продукции на основе отходов строительства и сноса требует затрат в 2-3 раза меньших, чем для соответствующих производств на основе специально добываемого природного сырья. Значительное количество строительных объектов жилого и промышленного комплекса России было построено в 60-ых годах прошлого века. Железобетон, являющийся основным строительным материалом этих объектов, уже исчерпал свой ресурс. На сегодняшний день очень актуальны вопросы утилизации и повторного использования материалов от разборки как жилых зданий, так и промышленных сооружений.

Ключевые слова: отходы строительства и сноса, вторичная переработка, утилизация строительного мусора, линия переработки.

С увеличением темпов роста строительного рынка возросла потребность в свободных площадках под застройку и, как один из вариантов, высвобождение площадей за счет сноса старых зданий и сооружений. Реализация множества крупных строительных проектов сопровождалась образованием большого количества строительного мусора. Ежегодно в Казани образуется около 800 тыс. тонн строительных отходов. Из них более 60 процентов приходится на отходы бетона, железобетона и кирпича. Все большее количество строительных организаций, желающих сэкономить, приводит к образованию большого количества несанкционированных свалок строительных отходов как на территории города, так и в пригородных лесах и природоохранных зонах. Некоторые строительные организации из экономии денежных средств закапывают строительный мусор прямо на объекте строительства или поблизости. Так, например, при строительстве жилых домов в микрорайоне Азино-1, строительные компании, столкнулись с дополнительными трудностями по извлечению и утилизации ЖБИ, в том числе понесли и финансовые затраты. Тысячи тонн бетона и железобетона извлекаются со дна водоемов, при рытье котлованов, а ведь строительные отходы не гниют, не распадаются, а только уплотняются и накапливаются в местах их складирования. Часть отходов вывозится на полигоны, загрузка которых приближается к критической. Все это создает экологическую напряженность в масштабе города.

В то же время, значительная часть строительных отходов может быть эффективно использована в народном хозяйстве. Так, строительная индустрия и промышленность строительных материалов ежегодно добывают и потребляют около 3,5 млрд. т нерудного сырья, большая часть которого может быть заменена строительными отходами.

Перед каждым предприятием, которое ведет строительную деятельность, встает вопрос, как избавляться от строительных отходов. Например, крупные строительные фирмы могут вывезти мусор на какой-нибудь другой объект, где заливается фундамент. Мелким компаниям остается либо вывозить мусор на городские свалки, либо сотрудничать с крупными фирмами. А для того, чтобы далеко не вывозить мусор, можно организовать переработку прямо на месте. Для этого существуют передвижные установки по переработке такого вида отходов, основным аппаратом которых является дробилка. Однако строительная дробилка стоит недешево, поэтому чаще всего отходы вывозятся на полигоны.

Утилизация строительного мусора имеет свою специфику: из-за веса и крупных габаритов возникают сложности при складировании, сборе и транспортировке для утилизации на полигонах.

В соответствии с действующим законодательством, площадка для временного хранения отходов строительства и сноса должна представлять собой специально выделенный и оборудованный участок, предназначенный для временного хранения отходов и оборудованный в соответствии с требованиями экологической, санитарно-эпидемиологической и промышленной безопасности. В зависимости от вида образующихся отходов, а также класса их опасности, сбор и временное хранение должны осуществляться отдельно. Размеры участка для сбора и временного хранения отходов, количество бункеров-накопителей заранее должны быть рассчитаны на определенный объем образующихся отходов. Площадка должна быть расположена так, чтобы не создавать помех для проезда спецтехники, отходы должны вывозиться с площадки по мере накопления, но не реже чем 1 раз в 7 дней.

Если отходопроизводитель на строительной площадке не использует образующиеся отходы на своей стройплощадке с целью получения вторичного сырья и дальнейшего использования в производственном процессе, (например из боя бетона, боя железобетона, боя кирпича, щебня потерявшего потребительские свойства путем дробления на дробильных комплексах можно получить вторичный щебень), отходы вывозятся для получения вторичного сырья на специализированные полигоны, имеющие разрешительную документацию и возможность принимать строительный мусор.

Во многих регионах России складывается неблагоприятная экологическая ситуация, вызванная незаконным оборотом строительных отходов. К сожалению, не все отходы достигают полигонов, по-прежнему большое количество отвозится на несанкционированные свалки.

Строительные отходы можно использовать при приготовлении смесей для рекультивации с последующим применением по назначению либо

перерабатывать на дробильно-сортировочных установках во вторичный щебень и возвращать на строительные площадки в виде строительных материалов. Такой подход позволит решить наболевшую проблему, связанную с размещением строительного мусора и грунта, образующихся в большом количестве при строительстве зданий, сооружений, а также при прокладке новых линий метрополитена.

Сегодня компании по переработке строительного мусора ведут активный поиск технологий переработки отходов строительства и сноса. Если говорить об утилизации отходов строительства, то ее можно осуществлять в двух направлениях. Надо отметить, что переработка строительного мусора стоит значительно дешевле, чем закупка новых стройматериалов. В процессе переработки вторая жизнь дается многим материалам: асфальтобетон, бой бетона, бой железобетона, кирпичный бой, лом черных и цветных металлов, древесина, старые шины, отходы кровельных материалов и многое другое. Так же возможно повторное использование отдельных частей здания в новом строительстве.

Некондиционные и поврежденные бетонные и железобетонные изделия, изделия и конструкции, отслужившие свой срок, полученные при демонтаже строительных объектов, отходы производства строительных материалов после переработки превращаются в строительный щебень вторичного происхождения по ТУ 5711-001-40296246-99 и арматурную сталь.

Во всем мире переработанные вторичные строительные ресурсы применяются при изготовлении стеновых материалов, тротуарной плитки, различных составляющих сухих смесей. Экономическая эффективность повторного использования этих ресурсов позволяет в 2-3 раза снизить себестоимость готового вторичного продукта, а в перспективе это даже может позволить снизить себестоимость строительства одного кв. метра здания.

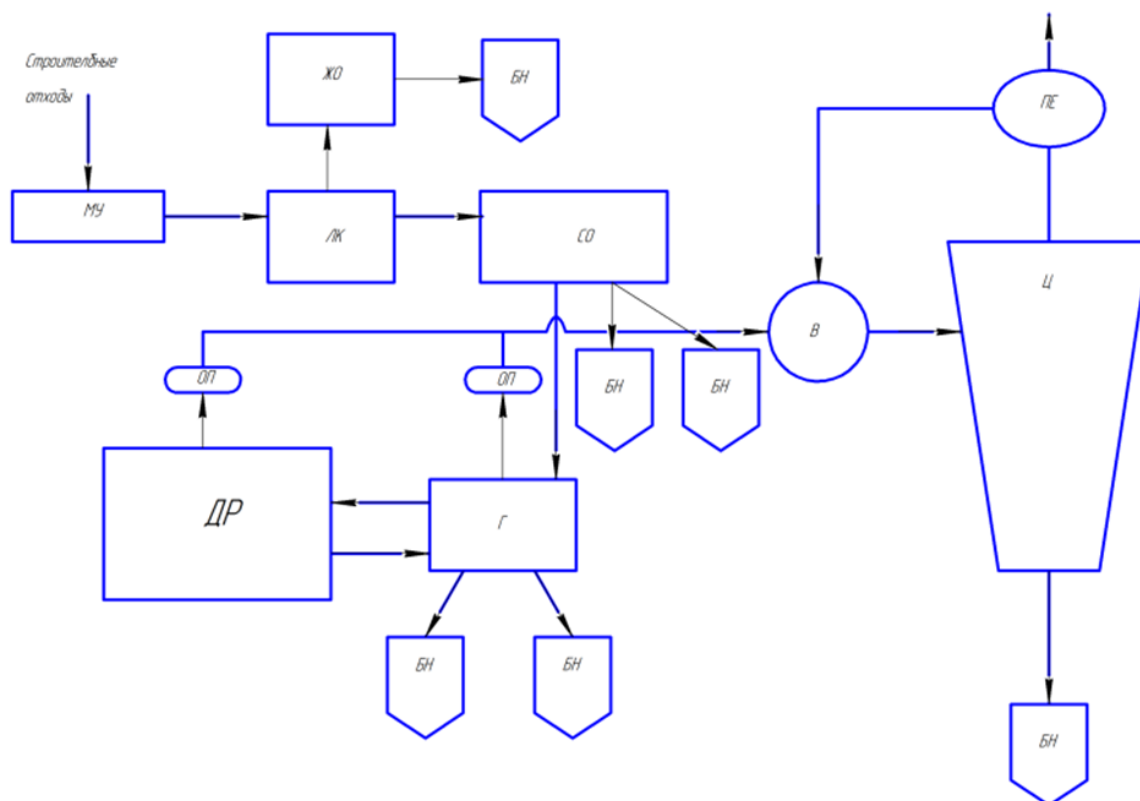
Вторичное использование железобетона видится целесообразным вследствие дальнейшего использования стальной арматуры и крупнозернистого заполнителя. Некондиционные и поврежденные бетонные и железобетонные изделия, конструкции и изделия, отслужившие свой срок, полученные при демонтаже строительных объектов, отходы производства строительных материалов после переработки превращаются в строительный щебень вторичного происхождения по ГОСТ 25137-82, который применяется в качестве щебня для дорожного или других видов строительства, и арматурную сталь [1].

В работе предлагается линия по переработке отходов строительства и сноса (Рис.1).

Линия предназначена для рекультивации некондиционных железобетонных изделий и бетонных отходов производства в щебень с попутным извлечением арматуры на металлолом.

Основными стадиями переработки некондиционного железобетона являются: разрушение некондиционного железобетона до размеров не более

200 мм с высвобождением арматуры. Вторичное дробление на фракции 0-20 мм происходит на дробилке среднего дробления.



МО – молот ударный, ЛК– лента конвейерная, ЖО – железоотделитель, СО – станция отделения дерева и пластмасс, Г– грохот, БН– бункеры-накопители, ДР – дробилка роторная, ОП – отсосы-пылеприемники, В – вентилятор, Ц – циклон, ПЕ – пылемер емкостной

Рис. 1. Линия переработки отходов строительства и сноса

Установка по переработке строительных отходов имеет неподвижный колосниковый стол, а изделие перемещается вдоль стола до ударного молота, разрушающего изделие. Крупногабаритные железобетонные плиты, некондиция загружаются на стол краном, кран-балкой или другим механизмом. Панель или фрагмент изделия необходимо обвязать стропами, чтобы уложить на стол. Максимальные габариты перерабатываемых изделий 12 x 1,5 x 0,6 м. Усилие ударного молота 1600 кН. Разрушение происходит циклично полосами шириной до 200 мм на всю ширину перерабатываемой панели. Ударный молот установки имеет гидравлический привод рабочих органов.

Куски разрушенного бетона попадают на конвейер со специальной лентой, которая имеет защиту от возможного повреждения кусками арматуры. Над конвейером устанавливается железоотделитель для сбора оставшейся арматуры.

Предлагается подвесной надконвейерный железоотделитель серии СМП. Он позволяет удалять металл из материалов, транспортируемых ленточным

конвейером. Магнитная система железоотделителя серии СМП собрана на базе высокоэнергетичных постоянных магнитов последнего поколения NdFeB с трехслойным защитным покрытием.

Это обеспечивает исключительно высокие технические характеристики железоотделителя и гарантирует его работоспособность в течении более чем 15 лет при температуре минус 70 ÷ плюс 300 С⁰ и любом значении влажности.

После прохождения через железоотделитель отходы попадают на станцию отделения дерева и пластмасс.

Далее куски бетона размером 0-200 мм с помощью наклонного конвейера подаются на агрегат с колосниковым грохотом, где происходит рассев на требуемые фракции. В грохоте материал разделяется, двигаясь по ситам грохота. Частицы, размер которых меньше размера ячейки сита грохота, проходят сквозь него и таким образом происходит разделение материала по крупности.

Отсортированный материал из грохота идет в два бункера-накопителя, в зависимости от фракций. Оставшиеся крупные куски поступают в роторную дробилку для вторичного измельчения, после чего возвращаются на грохот для фракционирования.

Над дробилкой и грохотом установлены местные отсосы-пылеприемники. Запыленный воздух от них посредством воздухопроводов-ответвлений поступает в коллектор (магистральный воздухопровод). Запыленный воздух отсасывается из магистрального воздухопровода вентилятором и подается далее на циклон для очистки [2-4].

Запыленность воздуха на выбросе в атмосферу от процессов дробления не должна превышать 60-120 мг/м³, т. е. при запыленности $z = 4$ г/м³ степень очистки должна быть не менее 95 %.

Производительность данной линии зависит от характера перерабатываемой некондиции. При переработке неармированных бетонных отходов она составляет 15 т/час, а при переработке некондиционных железобетонных изделий - 10 т/час.

Комплекс окупается как за счёт реализации щебня и металла, так и за счет экономии средств, расходуемых на перевозку некондиции на свалку (платы за приём отходов на комплекс).

Внедрение данного технологического процесса позволяет увеличить срок эксплуатации полигона в 3-4 раза и уменьшения его площади в 5-6 раз за счет увеличения извлечения вторичного сырья до 60%.

Литература:

1. Грачева О.А., Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И. Экологическая безопасность процесса сжигания отходов./ Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 94– 101
2. Сивуха М.С., Гумерова Г.И., Сибгатуллина О.С. Система очистки отходящих газов сварочного производства./ Химия и инженерная экология:

XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С. 45 – 48

3. Г.А. Хузина, Г.И. Гумерова, О.С. Сибгатуллина. Система очистки выбросов металлургического предприятия. / Сборник трудов научного симпозиума "Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий" Шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2017", Т.6.- С. 211-216

4. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Методическое обеспечение контроля выбросов газов // Вестник Казанского технологического университета, Т.17, № 9. С.210-217

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Желовицкая Алла Всеволодовна, кандидат химических наук, доцент
Скузлов Артем Александрович, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,

Аннотация: Приводится обзор методов обработки сточных вод от ионов металлов.

Ключевые слова: сточная вода, ионы металлов, методы очистки сточных вод

Вопросы очистки сточных вод, содержащих ионы металлов, по-прежнему, носят актуальный характер. Распространенными методами очистки сточных вод, содержащих ионы металлов, являются: химические (реагентные), физико-химические (коагуляционные, сорбционные, флотационные, ионообменные), электрохимические (электрокоагуляционные, электрофлотационные) [1, 2]. Реагентным методам присущи такие недостатки как, образование осадков, а, следовательно, вторичное загрязнение воды; невозможность достижения остаточных концентраций ионов металлов, удовлетворяющих современным требованиям к качеству очищенных сточных вод при сбросе в городской коллектор. Это обстоятельство требует поиск новых способов очистки, которые удовлетворяли бы экономически и экологически обоснованным фактам. В последние годы научные исследователи делают акцент на адсорбционные методы очистки. Использование данного метода очистки можно объяснить развитием все новых адсорбционных материалов, в качестве которых можно использовать как искусственные, так и природные сорбционные материалы: активированные угли, золу, коксовую мелочь, силикагели, активные глины, цеолиты, карбонатсодержащие терпены, доломиты, сорбенты на основе алюмосиликатного сырья (алюмогели), углеродные адсорбенты на основе растительного сырья (лигнин), волокнистые иониты и т.д. [1, 3].

Так авторы [4] предлагают очищать водные растворы, содержащие ионы металлов с помощью целлюлозосодержащих адсорбентов на основе сердцевин стблей топинамбура и льняного волокна.

В работе [5] авторы в рамках развития «зеленой химии» обсуждают различные аспекты совершенствования методов синтеза окислительно-восстановительных полимеров, которые окажут в дальнейшем положительное воздействие на окружающую среду. Авторы разработали метод синтеза редокс-полимеров, основанный на полимеризации непредельных производных хинонов – 1,4-бензохинона и побочных продуктов глицеринового производства – аллиламина. Исследование сорбционных свойств получаемых редокс-полимеров имеет практическую значимость для решения проблем экологии (очистка сточных вод). В этой связи, разработанные редокс-полимеры

обладают селективностью. Однако селективность получаемых сорбентов в данном случае, следует отнести к недостатку, так как не все металлы можно адсорбировать с помощью данных сорбентов. Это следует из материалов статьи. Важную роль играет и характер среды – он составляет величину 2,0-5,0. Сорбционная емкость линейных полимеров немного выше, чем у сетчатых образцов.

Поиск новых сорбентов обуславливается необходимостью требований по концентрациям металлов в воде, возможностью и наличием недефицитных материалов. Так в работе [6] авторы исследуют глинистые материалы Астраханского края. Изучая термодинамику (при температурах 278, 298, 315 К) и кинетику адсорбции ионов металлов из водных растворов, а также предельную емкость глин, авторы постановили, что большую сорбционную способность проявляют ионы большого радиуса, так как сильнее поляризованы и лучше притягиваются заряженной поверхностью сорбента. Тогда как ионы меньшего заряда более склонны к гидратации и формированию гидратной оболочки, снижающей электростатическое взаимодействие. Процесс сорбции наименее интенсивно протекает при пониженных температурах. Установлено, что поглотительная способность глины высокая и процесс является хемосорбционным. Также выявлено, что на поверхности глин имеются активные центры адсорбции, а, следовательно, способствуют адсорбции полярных и неполярных молекул.

Авторы [7] исследуют адсорбцию ионов металлов с помощью комбинированного сорбционного материала на основе смеси отходов керамического производства и отходов переработки сельскохозяйственной продукции (шелуха подсолнечника и пшеницы, обмолот проса) Саратовской области (г. Энгельс). Основной состав керамического материала: оксид алюминия и небольшие количества оксидов кальция, магния и кремния. Изучение изотерм адсорбции показало, что линейное начало участка на изотерме указывает на постоянное распределение растворенного вещества между адсорбатом и адсорбентом. При этом взаимодействие молекул может быть как химическим, так и физическим. Первая стадия процесса - физическая сорбция, а затем протекает поверхностная реакция. Сорбционная емкость (А, мг/г) керамических отходов как сорбентов увеличивается в ряду: Cd^{2+} (6,0) < Zn^{2+} (6,9) < Pb^{2+} (7,5). Добиться избирательной адсорбции можно путем регулирования рН раствора (для металлов среда должна быть щелочной). Увеличение эффективности адсорбции с увеличением рН свидетельствует о протекании хемосорбционных процессов. За счет увеличения в растворе количества функциональных групп OH^- поверхность сорбента на основе отходов керамики приобретает отрицательный заряд, и сорбция положительно заряженных катионов металлов проходит более эффективно. Наибольшим сорбционным свойством обладают сорбенты на основе смеси в соотношениях 50%:50%. Эффективность очистки составляет 94-99%. Таким образом, удаление металлов с помощью комбинированных сорбентов происходит за счет физической адсорбции в микропоры материала и за счет

хемосорбционных процессов сорбционных материалов на основе отходов керамики. Очистка стоков от металлов происходит до концентраций от 1,0 до 0,3 мг/л. Наилучший эффект очистки достигнут с помощью смеси керамического сорбента и термообработанной шелухой подсолнечника. Исследования микроструктурного анализа показали равномерное распределение порошкообразного отхода керамического материала по пористой поверхности шелухи подсолнечника, которое происходит за счет адгезии керамического сорбента маслянистой поверхностью шелухи подсолнечника.

Литература:

1. Гимаева А.Р., Валинурова Э.Р., Игдавлетова Д.К., Кудашева Ф.Х. Сорбция ионов тяжелых металлов из воды активированными углеродными адсорбентами // Сорбционные и хроматографические процессы, 2011. – Т. 11. – Вып. 3. – С. 350-356.
2. Желовицкая А.В., Ермолаева Е.А., Дресвянников А.Ф. Окисление органических соединений с помощью гидроксид-радикала, генерируемого в растворах химическими и электрохимическими методами // Вестник Казанского технологического университета, 2008. – № 6. – С. 214-229.
3. Ручкина О.И., Фрейман Н.А. Выбор сорбентов для доочистки сточных вод гальванических производств // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. Градостроительная и отраслевая экология, 2011. – № 4. – С. 130-137.
4. Д.Е. Захаров, А.А. Быков, С.В. Натарева Применение целлюлозосодержащих материалов для очистки растворов от ионов тяжелых металлов // Вестник науки и образования Северо-Запада России, 2015. – Т.1. – № 2. – С. 1-4.
5. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Никитина А.И., Байконурова А.О., Усольцева Г.А. Использование редокс-полимеров для очистки сточных вод // Вода: Химия и Экология, 2013. – № 7. – С. 88-92.
6. Шакирова В.В., Садомцева О.С., Кошкин Е.М., Кожина А.Д. Исследование процессов сорбции некоторых ионов тяжелых металлов на природных материалах // Естественные науки, 2016. – Т. 57. – № 4. – С. 1189-124.
7. Ольшанская Л.Н., Собгайда Н.А., Валиев Р.Ш. Извлечение тяжелых металлов из загрязненных стоков с использованием адсорбентов и фитосорбентов // Экология и промышленность России, 2015. – Т. 19. - № 11. – С. 18-23.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Зубова Олеся Александровна, студент;
Сакаева Эльвира Хабировна, кандидат технических наук, доцент;
Пермский национальный исследовательский политехнический
университет,

Пермский государственный технический университет

Аннотация: Полимерные материалы и их классификация. Рассмотрены современные методы утилизации полимерных отходов. Производство упаковки из полимерных материалов, способных к биодegradации в окружающей среде на безопасные продукты. Утилизация полимерной упаковки из биоразлагаемых материалов.

Ключевые слова: полимерные материалы, утилизация, биодеструкция, методы анализа, биоразлагаемые полимеры.

В настоящее время в различных областях деятельности человека применяются большое количество полимерных материалов, такие как полиолефины, полиэтилен, полипропилен, полиэтилен низкого давления итд.

Полимерные материалы - это высокомолекулярное соединение, состоящее из неорганических и органических, аморфных и кристаллических веществ, состоящие из мономерных звеньев в полимере. По химическому составу полимеры подразделяются на органические, элементоорганические, неорганические. Благодаря ценным свойствам, полимеры применяются в машиностроении, текстильной промышленности, сельском хозяйстве, медицине, автомобиле - и судостроении, авиастроении и в быту.

В современных условиях, в связи с резким усилением техногенного воздействия человека на окружающую среду, во многих странах мира разрабатываются комплексные программы, мероприятия для охраны окружающей среды. Одной из основных задач является снижение количества полимерных отходов, а так же создание биоразлагаемых полимерных материалов [1]. Соответственно проблема утилизации полимерных отходов обретает актуальное значение с позиций охраны окружающей среды.

Одним из перспективных направлений решения экологической проблемы, связанной с загрязнением окружающей среды полимерами, является разработка биоразлагаемых материалов на основе различных добавок, способных к биодegradации в условиях окружающей среды [2]. Согласно европейскому стандарту степень биодegradации полимерного материала должна быть не менее 90% за 6 месяцев. Чтобы оценить биологическую деструкцию, существует ряд методик по биоразлагаемости полимерных материалов, которые основаны на определении устойчивости материала к микроорганизмам.

Твердые отходы полимеров можно разделить на отходы производства и отходы потребления и выделяют следующие направления утилизации твердых отходов пластмасс:

- Вторичная переработка, состоящая из превращения отходов во вторичные продукты без изменения химического состава исходных полимеров или путем химической или термической деструкции, а также химической модификации.

- Утилизация твердых полимерных отходов путем их сжигания и саморазложения под действием микроорганизмов - биодеструкция, ультрафиолетового излучения - фотодеструкция, воды - гидродеструкция.

Для оценки способности полимерных материалов к деструкции применяются модельные эксперименты, а также с добавлением в полимерные материалы добавки, которые будут ускорять процесс биодegradации [3]. В таблице 1 представлены методы биологической деструкции полимерных материалов.

Таблица 1. Пример методов биологической деструкции.

Метод	Сущность метода	Время эксперимента	культуры
тест	Определение устойчивости материала к воздействию культур плесневых грибов	28 суток	Плесневые и грибы
нерастворимых веществ	Определение количества поглощенного O_2 при аэробной деградации	4 месяца	Инокулянт из активного ила или сточной воды
Тест в свободном пространстве при 25/50 °C	Определение количества выделившегося CO_2 при инкубации материала	48 дней	Смешанная популяция микроорганизмов
Метод Штурма	Определение выделившегося CO_2 в процессе деградации материала	6 месяцев	Грибная или бактериальная флора
тест	Определение поглощенного O_2 или выделившегося CO_2 в процессе деградации материала в природной почве верхнего слоя полей	6 месяцев	Почвенные микроорганизмы

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что существует широкий спектр лабораторных методов исследования биодеструкции полимерных материалов, которые отличаются длительностью экспериментальных исследований, условиями проведения процесса, применяемыми культурами микроорганизмов.

Биополимеры и биопластики отличаются от остальных пластиков способностью подвергаться биоразложению. Биоразложение – это процесс, в результате которого полимерный материал разлагается под действием биотических компонентов.

Преимуществом биоразлагаемых пластиков является то, что они разлагаются на натуральные компоненты, и потому не требуют отдельного сбора, сортировки, переработки для повторного использования. Биоразлагаемые пластики не являются чужеродными для природы, но для того, чтобы на максимальном уровне использовать их способность к биоразложению, они должны собираться вместе с органическими отходами, и подвергаться компостированию в аэробных или анаэробных условиях.

Сочетание способности полимеров к биоразложению и использование для их производства возобновляемых источников сырья дают уникальную возможность полимерным материалам участвовать в природном цикле: пластики, производятся из возобновляемых источников сырья и на конечном этапе возвращаются обратно в природу.

На настоящем этапе наиболее важной причиной для активизации замены обычных пластиков на биоразлагаемые является быстро ухудшающаяся экологическая ситуация. На конец двадцатого столетия производство синтетических пластмасс в мире достигло 130 млн.т / год. Ежегодно в мире около 0,15 млрд. т пластиков оказываются в потоке твердых отходов, которые длительно разлагаются в природных условиях, загрязняя окружающую среду и оказывая вредное влияние на организм человека и природу в целом [4].

Микроорганизмы используют полимеры как источник органических соединений (простые моносахариды, аминокислоты и т.д.) и источник энергии. Другими словами, биоразлагаемые полимеры представляют собой «пищу» для микроорганизмов. Под действием внутриклеточных и внеклеточных ферментов (эндо- и экзоэнзимов) полимер подвергается химическим реакциям.

В результате этих реакций происходит расщепление полимерной цепочки, увеличивается число небольших по размеру молекул, которые, участвуя в метаболических клеточных процессах, распадаются на воду, диоксид углерода и другие продукты биотического разложения и приводят к высвобождению энергии. Продукты разложения не являются токсическими и встречаются повсеместно в природе и в живых организмах.

Общим признаком биоразлагаемых пластиков является то, что скорость их фрагментации должна совпадать по времени с циклом компостирования, в то время как процесс минерализации может проходить более медленно. Единое правило гласит, что все компостируемые пластики являются биоразлагаемыми, тогда как не все биоразлагаемые пластики являются компостируемыми. Именно поэтому компостируемые пластики являются разновидностью биоразлагаемых пластиков.

Таким образом, наиболее продуктивным, следует считать комплексный подход к изучению и созданию биоразлагаемых полимерных материалов. Для определения достоверных параметров и выяснения механизма этого процесса

проводится сравнительный анализ результатов ряда независимых физико-химических, биохимических, микробиологических экспериментов реализуемых как в лабораторных, так и в естественных условиях с применением методов биологической деструкции.

Литература:

1. Ольхов А. А., Власов С. В., Иорданский А. Л., // Пластические массы 1998. №3. С. 14-18.
2. Зайнулин Х. Н., Абдрахманов Р. Ф., Ибатуллин У. Г., Миниغازимов И. Н., Миниغازимов И. С. Обращение с отходами производства и потребления. Уфа 2005. С. 202.
3. Вольфсон С. А. // Высокомолекулярные соединения. 2000. Т. 42. № 11. С. 2000-2014.
4. Буряк В.П. // Полимерные материалы. 2006. № 1. С. 32-33.

ЭКОЛОГИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ СОСТОЯНИЕ КОЖНОГО ПОКРОВА ЧЕЛОВЕКА

Ибрагимова Ландыш Азатовна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация. В данной статье кожный покров человека рассматривается как «интегральный индикатор», определяющий воздействия окружающей среды на функциональное состояние организма человека. Обоснована возможность математического моделирования процесса измерительного преобразования по оценке механических свойств кожного покрова лица.

Ключевые слова: кожный покров человека, дерма, окружающая среда и кожа, моделирование, старение кожного покрова.

Кожный покров человека зачастую выступает в качестве «интегрального индикатора», «сообщающего» о наличие каких-либо изменений в состоянии кожи лица, которые отражают процессы в живом организме. Но мало кто обращает внимание на влияние внешних воздействий окружающей среды, то есть на неблагоприятные факторы техногенного характера. Эти факторы способны нарушить защитную способность кожи, которая в настоящее время и так ослаблена вследствие широкого и часто необоснованного применения современных косметических средств, что в итоге ускоряет механизм старения кожного покрова и приводит к нежелательным результатам.

К неблагоприятным факторам, влияющим на кожный покров, можно отнести: химические средства, испарения вредных газов, в которых содержатся частицы металл, пыль разного рода происхождения (городская, производственная), выхлопные газы, чрезмерный уровень радиоактивных солнечных лучей и так далее. Все выше перечисленные вредоносные вещества способны с легкостью разрушить барьерную (защитную) пленку кожи от внешних воздействий и тем самым, проникая под кожу, ухудшить обмен веществ, кровотока и теплообмен кожи. Кроме того, динамика изменений веществ в коже существенно отражается и на внешних параметрах кожи (например, морщины), и на физических свойствах кожи – свойство упругости кожи [1]. Наглядно результат воздействия неблагоприятных факторов возможно увидеть лишь спустя некоторое время, которое для каждого человека является индивидуальной в зависимости от среды обитания (среда работы) и от возрастного аспекта биологического объекта.

Старение кожи, как необратимый структурный процесс, начали исследовать ещё в древние времена (3000 лет д.н.э.). В связи с этим, были разработаны множества методик, направленных на улучшение внешнего вида кожи (традиционная медицина) [2]. С развитием точных наук, на сегодняшний день существуют множества средств и методик диагностики кожи, но в рамках взаимосвязи кожи с современной экологией, в реферативных источниках

отсутствует информация о предварительной диагностике, которая может осуществиться благодаря современным технологиям и математическим пакетам.

На сегодняшний день проблема замедления процесса старения и сохранение здорового молодого вида кожи человека обостряется. Актуальность рассматриваемой тематики в данной работе состоит в том, что отсутствуют исследования по использованию информационных технологий для получения достоверной информации относительно влияния на кожный покров человека экологических факторов. Как показывает сравнительный анализ методов диагностики состояния кожного покрова, наиболее быстро развивается группа методов по оценке механических параметров кожи. В связи с этим, целью проведения данной работы является исследование функциональных зависимостей, связывающих информативные параметры состояния кожного покрова в клинических условиях и механические воздействия индентора.

В работе проведено математическое моделирование физико-математической модели в программном пакете MathCad, на основе полученных данных которого возможно произвести сравнительный анализ влияния техногенных факторов на значимый показатель кожи – упругость, т.е. упруго-диссипативное свойство, характеризуемое степенью успокоения β . Количественное значение этого коэффициента определяет степень упругости и плотности кожной поверхности, получение β её проводится путем измерения результатов взаимодействия индентора (в виде бойка с грузом) с исследуемым участком кожи [3].

Физико-математическую модель, описывающую процесс измерительного преобразования с учетом массы бойка-ударника (индентора) и силы воздействия, можно представить в виде выражения, определяющего силу отдачи кожного покрова под воздействием колебательного перемещения индентора, в следующем виде:

$$x(t) = A_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \cos(\omega t), \quad (1)$$

где β – это параметр, определяющий диссипативные (рассеивающие) свойства (т.е. масса индентора); ω – параметр, характеризующий упругие свойства кожи (т.е. силу выталкивания груза); A_0 – величина, определяемая начальными настройками упругой подвески индентора; t – время воздействия.

С помощью программного пакета MathCad проводится исследование по зависимости (1) математической модели для времени t , который изменяется в диапазоне (0-15) сек. Исходя от этого, зависимость (1) будет иметь вид (2):

$$x(t) = 5 \cdot e^{-0.1 \cdot t} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot t\right). \quad (2)$$

При моделировании возникает задача: получение приемлемой представительности функций в промежутках между узловыми точками (интерполяция) и за их пределами (экстраполяция). В математическом пакете MathCad эта задача решается аппроксимацией исходной зависимости и используется сплайн-аппроксимация. Для осуществления сплайн-аппроксимации система MathCad предлагает 4 встроенных функции: *cspline* (VX, VY), *pspline* (VX, VY), *lspline* (VX, VY), *interp* (VS, VX, VY, x). Применяя

данные операции можно получить усреднённые экспериментальные значения. Полученные результаты моделирования приведены на рис. 1, 2.

$$\Phi(x) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_0^{15} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$\Phi(x) = 0.5$$

$$A(t) := \sqrt{(x(t))^2 + (\Phi(x))^2}$$

$$a(t) := 5 \cdot e^{-0.1 \cdot t}$$

$$a1(t) := -5 \cdot e^{-0.1 \cdot t}$$

$$x := (0 \ 2 \ 4 \ 6 \ 8 \ 10 \ 12 \ 14)^T$$

$$y := (4.524 \ -3.704 \ 3.033 \ -2.483 \ 2.033 \ -1.644 \ 1.363 \ -1.116)^T$$

$$f(t) := \text{linterp}(x, y, t)$$

$$c := \text{cspline}(x, y)$$

$$R(t) := \text{interp}(c, x, y, t)$$

Рис. 1. Применение сплайн-аппроксимаций в пакете MathCad

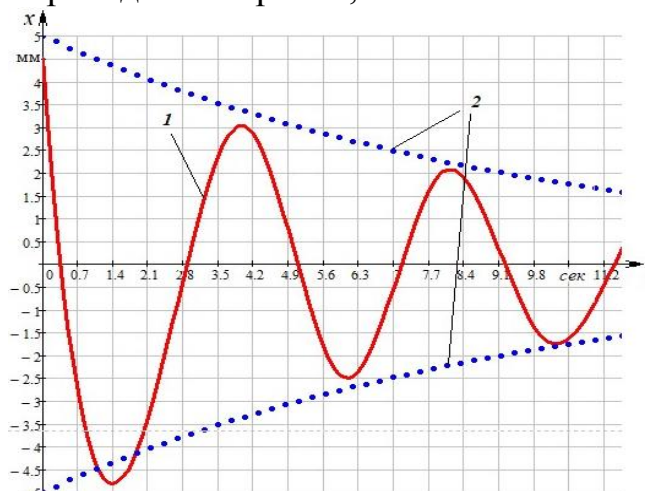


Рис. 2. Результаты предварительного моделирования:

1 – распространение
воздействующей силы
тензорезистивного датчика на
исследуемом участке кожи лица, 2 –
огibaющая функция

Исследование математической модели на основе выражения (1) показало, что из-за наличия показателя упруго-диссипативного свойства (степень успокоения β), полученный сигнал имеет вид колебания свободного затухания. Из полученного графика, путём теоретического экспериментального изучения, следует, чем выше степень упругости кожного покрова, чем дольше импульсы воздействия индентора передаются нижележащим слоям, а также чем больше коэффициент упругости и меньше коэффициент затухания, тем выше показатель упругости (физическое свойство) кожного покрова.

Таким образом, представленный алгоритм моделирования процесса диагностики кожи лица позволяет систематизировать и идентифицировать коэффициенты β (коэффициент затухания) и ω (частота распространенных колебаний в коже), которые позволяют количественно оценить упруго-диссипативные свойства кожного покрова.

Литература:

1. Яцун С.М. Диагностический комплекс для исследования упругости и эластичности кожи // Журнал «Вестник новых медицинских технологий». – 2008. – № 3. – Т. XV. С. 131-133.
2. Порунов А.А., Петрова Н.Н., Тюрина М.М., Ибрагимова Л.А. Возможности улучшения внешнего облика, как фактор повышения качества жизни //

Materials of the IV international scientific conference on April 20–21, 2018. - Prague: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2018. – 36-38 p.

3. Ибрагимова Л.А., Тюрина М.М. Алгоритм моделирования процесса диагностики состояния кожи лица человека // Сборник научных статей IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых. Часть 2. – Тольятти: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2018. – 319-325 с.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТОВАРНОГО МЕТАНА С ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Кабанов Алексей Владимирович, обучающийся

Мусахан Бибигул Дарханкызы, обучающийся

Навасардян Екатерина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент,

Симакова Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Аннотация: Рекультивация полигонов ТБО одна из основных проблем мегаполисов во всем мире. В работе рассматривается один из возможных способов рекультивации полигонов ТБО. Предложенная технология позволяет снизить загрязнение атмосферы и извлечь экономический эффект от производства метана из свалочного газа.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы (ТБО), полигоны ТБО, свалочный газ, метан.

Одной из глобальных проблем защиты окружающей среды на сегодняшний день является загрязнение экосистемы промышленными и бытовыми отходами. В год один человек производит примерно 300-400 килограмм мусора. Несмотря на разнообразие существующих способов переработки и утилизации твердых бытовых отходов большая их часть подвергается захоронению в приповерхностной геологической среде на полигонах ТБО [1, 2]. В толще слоев полигона отходы подвергаются интенсивному биохимическому разложению с образованием свалочного газа. К основным компонентам свалочного газа относят не только парниковые газы (метан и диоксид углерода), но и такие токсичные соединения как - оксид углерода, оксиды азота, сероводород, диоксид серы и другие [1]. В процессе термического воздействия и возгорания отходов выделяются канцерогенные соединения, например, бензол и бензапирен. Эмиссия свалочного газа, поступающего в окружающую среду, оказывает негативные эффекты как локального, так и глобального геоэкологического характера.

Основную опасность представляет выделения метана, так как вред, наносимый окружающей среде в 21 раз больше, чем у углекислого газа. Поэтому необходим сбор свалочного газа из тела полигона ТБО и дальнейшая его утилизация.

В настоящее время основным способом, сбора и утилизации свалочного газа на полигонах ТБО является технология дегазации массива свалки, которая включает в себя:

1. Герметичную изоляцию полигона;
2. Сеть специально оборудованных вертикальных скважин;
3. Горизонтальные газопроводы;
4. Системы факельной утилизации.

Факельное сжигание один из самых простых и легко реализуемых способов утилизации свалочного газа. В высокотемпературной факельной установке (при 600 ... 800 °С) все токсичные и канцерогенные составляющие свалочного газа обезвреживаются, а эмиссия парниковых газов минимизируется. Недостатком данного способа является распространение продуктов сгорания в атмосфере над полигоном, невозможность извлечения метана и отсутствие потребителей тепла от сгорания метанизированного свалочного газа.

Альтернативой факельному сжиганию является низкотемпературная технология [3], позволяющая производить очистку свалочного газа и получать товарный метан чистотой 98%, являющийся коммерчески рентабельным продуктом. Такой метан вполне пригоден для применения в различных отраслях промышленности, таких как топливная, энергетическая и химическая.

Одна из возможных схем технологического процесса низкотемпературной очистки и обогащения метана представлена на рис.1.

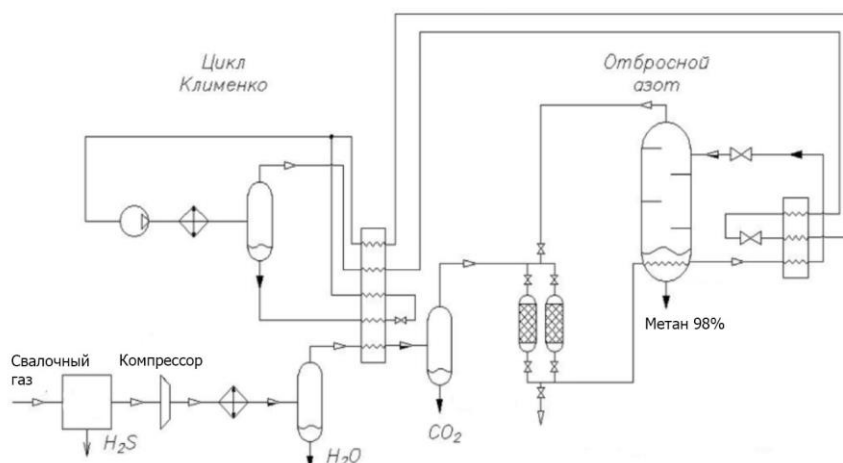


Рис.1. Схема технологического процесса низкотемпературной очистки и обогащения метана на базе цикла Клименко

Схема включает себя фильтр-сепаратор, блок компримирования, установку каталитического выжигания кислорода, адсорбер очистки от CO_2 , адсорбер осушитель и модуль криогенной ректификационной очистки CH_4 от N_2 .

Схема работает следующим образом: свалочный газ состава указанного в Таблице 1 через систему сбора подается на фильтр сепаратор. На первой стадии очистки из свалочного газа удаляются твердые частицы. После компрессии в реакторе происходит каталитическое выжигание кислорода. Следующим этапом технологической схемы является очистка от углекислого газа CO_2 и водяных паров в блоке адсорберов. Дальнейшее обогащение метана до состава см. Таблицу 2 производится в низкотемпературной ректификационной колонне с удалением азота.

Таблица 1
Состав свалочного газа (по данным НТЦ «Биомасса»)

Компонент	Объемная доля, %	Массовая доля, %	Расход*, кг/час
CH ₄	ок. 50	28	148
CO ₂	40	62	328
N ₂	10	10	53
H ₂ S	200 ppm	0.02	0.1
H ₂ O	0.01	0.006	0.02

*Расход свалочного газа в коллекторе системы сбора 529 кг/час или 416 нм³/час

Таблица 2
Состав товарного метана

Компонент	Объемная доля, %
CH ₄	98±1
CO ₂	100 ppm (обеспечить до процесса ожижения)
N ₂	1±1
H ₂ S	4 ppm (обеспечить до процесса ожижения)
H ₂ O	6 ppm (обеспечить до процесса ожижения)

Предложенная технология позволит проводить рекультивацию полигонов ТБО с получением очищенного метана (чистота 98%) и извлечением коммерческой выгоды от его реализации, а также отказаться от факельного сжигания ценного метаносодержащего свалочного газа [4]. Все необходимые аппараты и агрегаты рассмотренной технологической схемы производятся отечественными производителями теплообменного и химического оборудования.

Литература:

1. Архаров И.А., Симакова Е.Н., Навасардян Е.С. Свалочный газ как источник сырья для энерготехнологических процессов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2016. №8. С. 25-28.
2. Arkharov I.A., Simakova E.N., Navasardyan E.S. Landfill gas as feedstock for energy and industrial processes // Chemical and Petroleum Engineering. 2016. Т. 52. №7-8. С. 547-551.
3. Архаров И.А., Александров А.А., Навасардян Е.С. Теория и расчет циклов криогенных систем. Учебное пособие.
4. Навасардян Е.С., Симакова Е.Н., Антонов Е.А., Жарук А.С. В книге: Промышленные газы Сборник докладов Третьей международной научной конференции 2013. С.55.

ДИНАМИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ, ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Каримуллин Ленар Камилович, научный сотрудник,
Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией,
Игнатъев Юрий Алексеевич, кандидат химических наук,
ст. научный сотрудник;

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан

Аннотация: В ходе длительного эксперимента изучалась биологическая активность чистой и нефтезагрязненной серой лесной почвы. В работе показаны периоды и продолжительность активности и ингибирования ферментов при различном начальном содержании и продолжительности воздействия поллютанта.

Ключевые слова: серая лесная почва, нефть, каталазная активность, уреазная активность.

Загрязнение нефтью и продуктами ее трансформации окружающей среды приводит к нарушениям естественного почвообразовательного процесса, неизменно сопровождается перестройкой микробоценоза, изменением уровня биохимической активности и свойств почвы. Негативное воздействие залповых разливов нефти сказывается на природных ландшафтах, способствуя снижению плодородия и рекреационных характеристик почв. Процесс самоочищения и восстановления свойств, загрязненных нефтяными углеводородами почв, длителен и определяется устойчивостью почвенного микробиоценоза, его способностью поддерживать гомеостаз.

Серые лесные почвы широко распространены на территории Республики Татарстан. Они занимают 30,7% ее площади и составляют 42,6% от общей площади пашни [1, 2], что определяет их важную роль в производстве сельскохозяйственной продукции.

В качестве диагностического показателя состояния почв наиболее объективными являются ферменты классов оксидоредуктаз и гидролаз. Такие индикаторы активности почв адекватно отражают интенсивность деструкции нефтяных загрязнений, дают возможность оценки антропогенного влияния, позволяют объективно контролировать и прогнозировать активность процессов самоочищения и восстановления свойств нефтезагрязненных почв и могут способствовать предотвращению дальнейшей деградации почвенных покровов.

Целью настоящей работы являлось изучение динамики ферментативной активности серой лесной почвы при различном начальном содержании нефти, на разных сроках после ее загрязнения.

В исследованиях были использованы образцы серой лесной среднесуглинистой (СЛ) почвы.

Отбор проб был выполнен в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89.

Подготовка проб к анализу осуществлялась в соответствии с ГОСТ 29269-91. Образцы почвы, после предварительного просушивания и удаления растительных остатков, просеивались через сита Винклера с диаметром ячеек 3 мм.

Опытные варианты с заданным содержанием поллютанта готовились путем искусственного загрязнения почвы весовым методом из расчета 5%, 10%, 15% и 20% начального содержания нефти в почвенных образцах (варианты 5%, 10%, 15% и 20%). Контролем служила незагрязненная СЛ почва.

Продолжительность эксперимента составляла 4 года, в ходе которого в контрольных и опытных вариантах периодически определялась каталазная и уреазная активность почв. В ходе эксперимента, еженедельно осуществлялось рыхление почв. Влажность почвенных образцов поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости, температура окружающей среды составляла 19-24°C. Уровень каталазной и уреазной активности почвы определяли согласно [3, 4].

В ходе эксперимента каталазная активность контрольных образцов СЛ почвы изменялась в диапазоне от 0,10 до 0,82 мг H_2O_2 /г. При 5%-ном содержании нефти в исследуемой почве в период инкубации от 7 до 180 суток наблюдалось 1,5-2,0-кратное повышение интенсивности разложения пероксида водорода. При увеличении продолжительности инкубирования опытных образцов активность каталазы постепенно снижалась, но и в этом случае, через 4 года она была в 1,2-1,3 раза выше, чем в чистых контрольных образцах.

При повышении дозы поллютанта в почве до 10%, в первый год эксперимента, каталазная активность образцов была на уровне контроля и составляла в среднем 0,7 мг H_2O_2 /г. При увеличении времени инкубации до 2 лет, скорость расщепления пероксида водорода снижалась и составляла 0,19 мг H_2O_2 /г, что в 2,5 раза ниже, чем в контроле. На 3 и 4 годы эксперимента каталазная активность снижалась до значений сопоставимых с контрольными образцами.

При 15 и 20% начальном содержании нефти в почве в первые два года эксперимента каталазная активность была в 1,5-2,8 раза и 2,8-8,3 раза ниже, соответственно ниже, чем в контроле. Увеличение сроков инкубации до 4 лет приводило к снижению интенсивности разложения пероксида водорода до 0,03 мг H_2O_2 /г.

Уреазная активность чистых проб СЛ почвы изменялась в диапазоне 0,18-0,41 мкг N/г·час.

Загрязнение исследуемой почвы 5% нефти приводило к повышению интенсивности гидролиза мочевины относительно контроля в 4,8 раза на 7 сутки, в 12,2 раз на 30 сутки и в 18,1 раз на 90 сутки эксперимента. В дальнейшем, при увеличении сроков инкубации уреазная активность опытных образцов снижалась до 0,5-0,3 мкг N/г·час и, при этом, была сопоставима с контрольными значениями.

Повышение начальной концентрации поллютанта в почве до 10% привело к 31 кратному росту активности уреазы к 7 суткам инкубации, 12,8

кратному и 43,2 кратному росту на 30 и 90 сутки, соответственно. При более длительной инкубации скорость гидролиза мочевины в опытных пробах снижалась до уровня контрольных образцов.

В загрязненной нефтью СЛ почве при концентрации поллютанта 15-20% не наблюдалось ингибирование фермента, на сроках инкубации 7, 30 и 90 суток уреазная активность повышалась от 3,7 до 8,4 раз относительно контроля. Более длительные сроки инкубации, как и в предыдущем случае, приводили к снижению уреазной активности до значений, сопоставимых с контрольными, не загрязненными нефтью образцами.

Заключение:

В варианте СЛ почвы, исходно содержащем 5% нефти, в ходе четырехлетнего эксперимента сохранялась повышенная каталазная активность. При более высоком содержании нефти в почве (10-20%), при длительных сроках инкубации активность снижалась до значений сопоставимых с контрольными образцами.

При попадании нефти в СЛ почву в концентрации 5-20%, в первые 180 суток инкубации наблюдался многократный рост уреазной активности при дальнейшем ее снижении до уровня характерного для контрольных образцов.

Литература:

1. Почвы Татарии. - Казань: Изд-во КГУ, 1962.- 419 с.
2. Шакиров К.Ш. Условия образования и генезис серых лесных почв Татарии // 7. Серые лесные почвы Татарии, их плодородие и рациональное использование.- Казань: Издательство Казанского университета, 1991.- С. 12-26.
3. Петров А.М., Каримуллин Л.К., Кузнецова Т.В., Вершинин А.А., Хабибуллин Р.Э. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества //Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т17. № 23. С. 356-359.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005.- 252с.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ООО «ЯНАУЛВОДОКАНАЛ»

Козловская Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, доцент
Сафиуллина Азалия Илюсовна, магистрант.

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова»

Аннотация: В работе рассмотрена система очистки бытовых вод ООО «ЯнаулВодоканал». Показана схема принципиальная, проведен анализ преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: сточная вода, допустимые нормы сброса сточных вод, методы очистки.

Полная очистка сточных вод делается для того, чтобы в природные водоемы поступала вода, соответствующая нормативам.

Сточные воды разделяют на следующие категории:

- бытовые или хозяйственно - фекальные (от жилых, административных и общественных зданий; от производственных зданий);
- производственные (от различных технологических процессов промышленных предприятий);
- атмосферные (дождевые; талые).

Состав загрязнений сточных вод имеет важное значение при проектировании систем отведения и очистки. По химическому составу и физическому состоянию сточные воды разнообразны. Вещества, их загрязняющие, могут быть плавающими, взвешенными, коллоидальными и растворенными. В сточных водах отмечается высокое содержание болезнетворных микроорганизмов, являющихся возбудителями дизентерии, брюшного тифа и холеры. Загрязнения органического типа при попадании в них разлагаются с выделением сероводорода, аммиака и углекислоты.

Хозяйственно-фекальные сточные воды характеризуются в основном содержанием органических, минеральных и бактериальных соединений.

На промышленных объектах в результате технологических процессов производства образуются производственные (промышленные) воды. Их делят по степени загрязненности на условно-чистые и загрязненные.

Условно-чистые воды не содержат специфических загрязнений, в процессе использования они меняют свою температуру. Охлаждающие и конденсационные жидкости машин и механизмов не содержат отличительных загрязнений, при эксплуатации их рабочие параметры (температура и давление) могут варьироваться.

Загрязненные продуктивные воды делят на основе загрязнения и их концентрации. Загрязнение зависит от формы технологии производства. Приведены источники загрязняющих веществ: минеральные примеси,

органические (смешанные), содержащие бактериальные загрязнения, вредные, ядовитые, радиоактивные вещества и т. д.

Атмосферные сточные воды содержат загрязнения минерального происхождения. Атмосферные воды, стекающие с территорий ряда химических заводов, нефтебаз, бензоколонок, мясокомбинатов и т.д., могут иметь в своем составе значительное количество органических и вредных веществ.

Обязателен контроль со стороны организации, которая осуществляет водоотведение, Идёт сверка с данными декларации, которую предоставляет каждое предприятие по наличию вредных веществ [1]. В составе должно быть не более 500 мг/л взвешенных и всплывающих веществ, температура не должна быть выше 40 градусов, РН должен быть нейтральным 6,5 и не превышать 9.

Недопустим сброс воды, имеющей в составе вещества, которые могут образовывать взрывоопасные смеси, ядовитые газы, а также вредные примеси, мешающие биологической очистке стоков.

Допустимые нормы сброса сточных вод в водные объекты приведен в таблице. 1 [2].

Таблица 1

Допустимые нормы сброса сточных вод

Название вещества	Допустимая концентрация (мг/л)
Взвешенные вещества	6,01
БПК ₅	3,10
БПК _{полн}	4,12
ХПК	30
Сухой остаток	752
Аммоний-ион	0,20
Нитрит-ион	0,143
Нитрат-ион	42,1
Фосфаты по Р	0,42
Сульфат-ион	125
Хлорид-ион	103
Железо общее	0,13
СПАВ	0,039
Нефтепродукты	0,037
Фенолы	0,001

Сброс неочищенных стоков категорически запрещён. Предприятия должны иметь локальные очистительные сооружения. Все стоки должны пройти очистку, потеря может быть осуществлена различными методами.

Биологическая очистка включает физическое и биологическое очищения водоёмов. Существуют несколько очистительных систем: аэротенки,

биологические фильтры, специальные пруды. Основная задача - полностью удалить органические вещества и фосфорно-азотные соединения.

Механическая очистка включает в себя удаление всех механических примесей через фильтрацию и отстаивание. Для того чтобы уловить грубодисперсные частицы, на очистительные сооружения устанавливают специальные сита и отстойники, что позволяет вывести более 60% нерастворимых веществ и примесей.

Если выбран способ очистки физико-химический, то сточные воды очищаются реагентами, которые после вступления в реакцию с примесями, вызывают нерастворимый осадок.

Химический метод позволяет очистить воды на 90%, а также выделить все тонкодисперсные микрочастицы.

После очистительных мероприятий стоки должны соответствовать установленно-допустимым нормам, приведенным в табл. 1 [2].

Рассмотрим технологическую схему на примере ООО «ЯнаулВодокаанаал». Схема (рис. 1) включает бытовые и производственные сточные воды, которые поступают по самотечным сетям в канализационные насосные станции. Насосами станций сточные воды подаются в главный коллектор, а затем по двум напорным коллекторам перекачиваются на очистные сооружения.

Очистные сооружения города Янаул представлены двумя технологическими линиями. Первая технологическая линия производительностью 4700 м³/час введена в строй в 1974 году, вторая – производительностью 5700 м³/час в 1990 году.

Технологические линии предусматривают механическую очистку стоков на решетках, в песколовках и первичных отстойниках; биологическую очистку в аэротенках и вторичных отстойниках; обеззараживание очищенного стока в контактных резервуарах с помощью гипохлорита натрия. Очищенный сток поступает в буферные пруды и сбрасывается в р. Буй.

Для обработки осадков, образующихся в процессе очистки сточной воды - осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила предусмотрены аэробные стабилизаторы и иловые площадки. Кроме того, имеется большое количество вспомогательного оборудования и приборов (насосы, воздуходувки, оборудование для хлорирования), которые размещены в производственных зданиях [3,4].

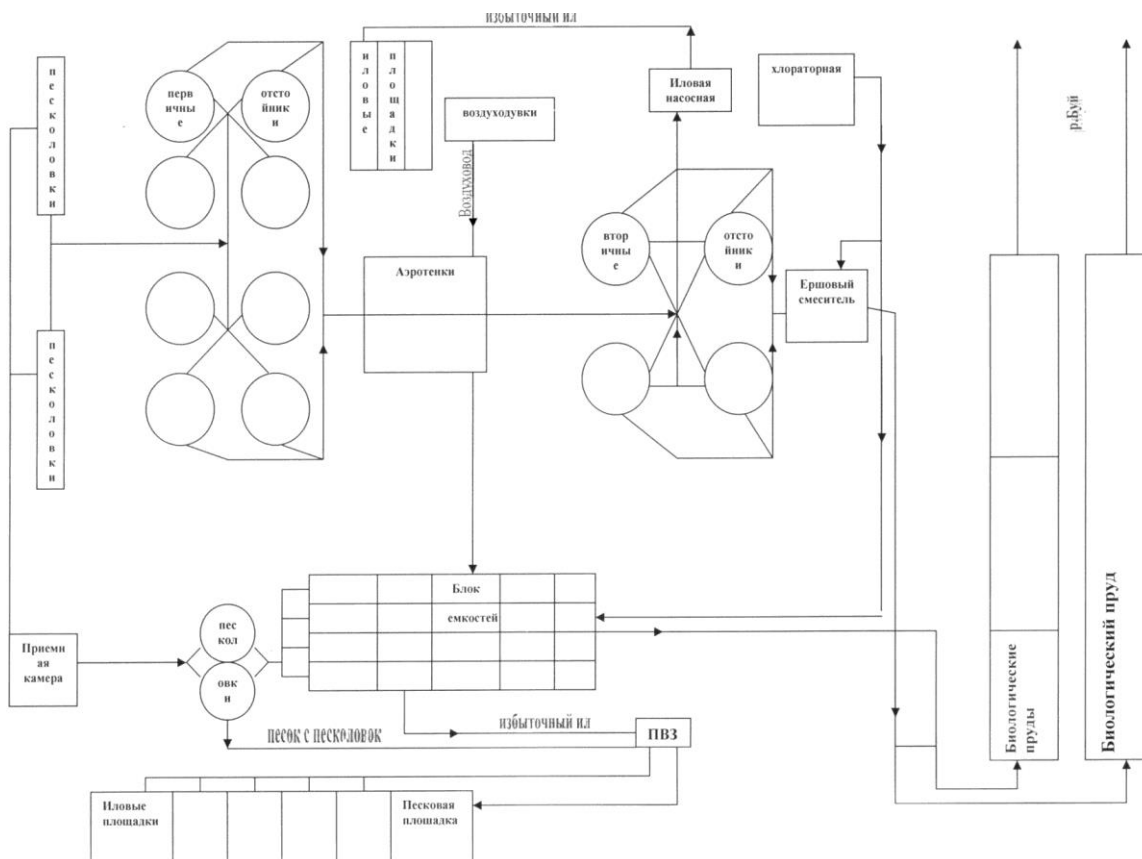


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод г. Янаул

Таблица 2

Состав сточной воды после очистки

Показатели	Очищенные стоки мг/л
Взвешенные в-ва	8,54
БПК ₅	4,60
БПК _{полн}	6,25
ХПК	46,57
Сухой остаток	729,34
Аммоний-ион	0,57
Нитрит-ион	0,21
Нитрат-ион	51,06
Фосфаты по Р	1,66
Сульфат-ион	62,58
Хлорид-ион	100,72
Железо общее	0,24
СПАВ	0,20
Нефтепродукты	0,07
Фенолы	0,001

Литература

1. Рубанов Ю.К. Канализационные сети и очистные сооружения [Электронный ресурс]/ Рубанов Ю.К.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 171 с.
2. РД 52.24.689-2009 Рассмотрение и согласование проектов нормативов допустимого сброса вредных веществ в водные объекты // Государственным учреждением Гидрохимический институт (ГУ ГХИ). М., 2009 – 25с.
3. Технологический регламент ООО «ЯнаулВодоканал», 2007 – 55с.
4. Севастьянов Б.В., Салтыков А.М., Шадрин Р.О. Прогнозирование численности нетрудоспособности пострадавших на производстве в Удмуртской Республике // Вестник Ижевского государственного технического университета. - 2011. - № 1. - С. 131-134.
5. Севастьянов Б.В., Никешкин В.А., Васильева П.С., Здобяхина Е.А. Анализ причин возникновения несчастных случаев с причинением тяжкого вреда здоровью и смертельными исходами в отраслях экономики Удмуртской Республики (по данным организационно-технических судебных экспертиз) // Промышленная и экологическая безопасность. - 2007. - № 2. - С. 56-59.

ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ ИОНОВ ДВУХВАЛЕНТНОЙ МЕДИ

Кононова Роза Васильевна, магистр

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: в работе представлена возможность снижения концентраций ионов меди в сточной воде производства полимеров до значений, обеспечивающих сохранение качества водоемов рыбохозяйственного использования, за счет такого средства доочистки фильтр обратного осмоса.

Ключевые слова: ионы меди, металлоцены, обратный осмос.

Производство полимеров является источником техногенной опасности [1-2]. Ионы меди могут попасть в сточные воды в процессе промывки готового полимера, полученного в процессе полимеризации этилена, поскольку как ионы меди используют в качестве лиганда в металлоценовых катализаторах, а также могут применяться в составе активатора носителя [3].

Металлоценовые катализаторы – это переходные металлы, которые содержат дициклопентадиенильные комплексы, то есть они являются комбинацией индивидуальных и смешанных металлоцен III – VIII групп периодической системы элементов, использующие сокатализаторы (чаще всего полиметилалюмоксан или MAO). Наибольшую популярность произвели металлоцены 4 группы (Рис. 1). Комплексы, где металл находится между двумя кольцами и лежит в параллельных плоскостях, на равном расстоянии от всех атомов углерода называют сэндвичевые комплексы. А кольца между металлом – циклопентадиенильным кольцом. Эти комплексы наиболее распространены. В данном случае в качестве лиганда могут быть использованы различные ионы металлов (Cu^{2+} , как в нашем случае, фтор, бром и прочие), радикалы, которые должны быть связаны с атомом металла. В качестве металла применяют такие металлы как, цирконий, гафний, титан и др.

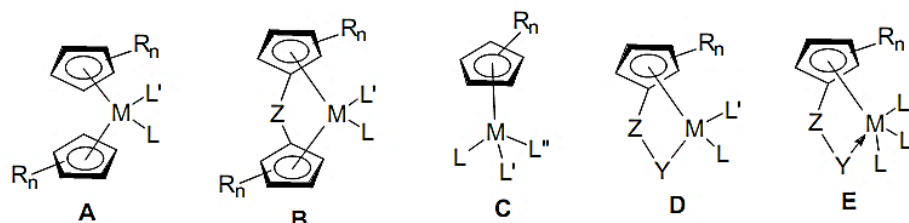


Рис. 1. Схема циклопентадиенильных комплексов IV группы

A – сэндвичевые, B – сэндвичевые анса-, C – полусэндвичевые, D – полусэндвичевые с заданной геометрией, E – полусэндвичевые с донорной группой в боковой цепи, \mathbf{R}_n – заместители, Z – мостиковая группа, Y – гетероатом, образующий ковалентную или донорно-акцепторную связь с металлом, лиганды обозначены как L, L', L''

Металлоценовые катализаторы обладают рядом преимуществ: с одной стороны, данные катализаторы считаются гомогенными, активируют процесс полимеризации этилена, стабильны в процессе катализа [4], с другой – при изменении структуры металлоценового лиганда можно получить различные виды сополимеров, что недоступно при использовании гетерогенных катализаторов.

Для очистки сточных вод до таких требуемых нормативных уровней физико-химические методы неэффективны. Даже невысокая концентрации ионов Cu^{2+} в сточной воде полиэтилена низкого давления (0,0052 мг/л) в 5,2 раза превышает нормативные требования к составу сточных вод, сбрасываемых в водоемы рыбохозяйственного назначения (0,001 мг/Дм³). Для устранения данной проблемы в технологии очистки предложено использовать обратноосмотическую установку для удаления остаточного количества ионов Cu^{2+} [5].

Обратноосмотические установки основаны на методе обратного осмоса, то есть на процессе фильтрации сточной воды через полупроницаемые мембраны под действием давления. Наиболее часто применяют рулонные мембранные элементы. В состав рулонного элемента входит перфорированная труба, на которую свертываются полупроницаемые мембраны, сепарирующие сетки, дренаж, патрубок для подачи сточной воды, патрубок для отвода фильтрата и концентрата [6].

На рисунке 2 представлен чертёж обратноосмотического фильтра. СВ поступает в патрубок 1 далее идет в кольцевой зазор, который предназначен для прохода фильтруемой сточной воды и после уже поступает к поверхности внешней турбулизаторной сетки.

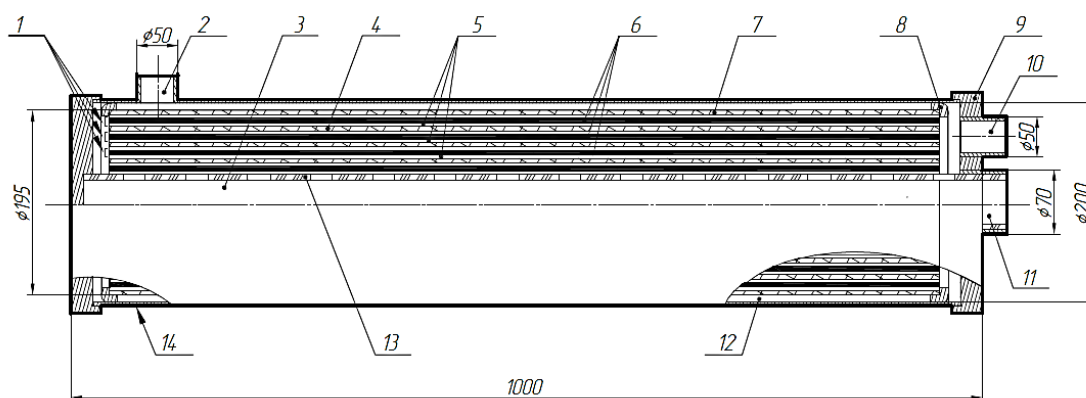


Рис. 2. Фильтр обратноосмотический

1 – патрубок подачи сточной воды, 2 – мембранные пакеты, 3 – фильтротводящая труба, 4 – турбулизаторная сетка, 5 – полупроницаемые мембраны, 6 – дренаж, 7 – внешняя турбулизаторная сетка, 8 – отражающая манжета, 9 – крышка корпуса, 10 – патрубок для отвода концентрата, 11 – патрубок для отвода фильтрата, 12 – свободная зона для подвода сточной воды, 13 – отверстия в фильтротводящей трубе, 14 – корпус мембранного модуля

После сетки вода перемещается по мембранным пакетам, включающие две полупроницаемые мембраны и дренаж, расположенный между ними и связанный с центральной фильтратотводящей трубой и сквозными отверстиями. Проходит также через разделяющую турбулизаторную сетку, которая располагается между мембранными пакетами и обеспечивает доставку фильтруемой жидкости к поверхностям мембранных пакетов. После прохождения всех мембранных пакетов профильтрованная жидкость поступает в перфорированную трубу, имеющая специальные отверстия на границе с дренажом мембранных пакетов, далее фильтрат удаляется через патрубок, предназначенный для отвода очищенной воды [6].

Через патрубок для отвода концентрата удаляется те загрязняющие вещества, ионы, которые не смогли пройти через полупроницаемую мембрану. Регенерацию проводят обратным током воды через патрубок для отвода фильтра. Рулонные элементы чаще всего размещаются в специальных устройствах в виде напорного корпуса, наиболее распространены корпуса, имеющие диаметр от 64 до 203 мм [7].

Литература:

1. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Выбор и обоснование рациональной очистки сточных вод производств синтетических полимеров и пластических масс./ Вестник Казанского технологического университета, 2013. Т.16, № 14. С. 131-133.
2. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих схем способов утилизации и переработки отходов полимеров./ Вестник Казанского технологического университета, 2013. Т.16, № 10. С. 163-168.
3. Сутягин В.М. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие / В.М.Сутягин, А. А. Ляпков – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2007. – 195 с.
- 4.Ивченко П.В. Дизайн и синтез металлоценов 4 группы – Эффективных прекатализаторов гомо- и сополимеризации алкенов: дис. на соискания уч. степ. д-ра хим. наук. Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва, 2013.- 436 с.
5. Поляков Ю.С. Ультра- и микрофльтрация в полволоконных аппаратах с образованием осадка на поверхности мембран: дис. на соискания уч. степ. канд-а тех. наук. Моск. гос. ун-т инженерной экологии.-Москва, 2004. - 150 с.
6. Мембранные элементы и аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mediana-filter.ru/kh3_55.html
7. Конструирование установок обратного осмоса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://megafilter.ru/wiki/?article=obratnyy-osmos-i-nanofiltratsiya31-6-konstruirovanie- stanovok-obratnogo-osmosa>.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕГИСТРАЦИИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПОНЕНТЫ

Лаптёнок Сергей Антонович, кандидат технических наук, доцент

Белорусский национальный технический университет,

Аннотация. Обосновывается концепция создания ряда специализированных регистров социально значимых заболеваний с последующим объединением в единую государственную систему для оценки эпидемиологических рисков с учётом территориальных факторов.

Ключевые слова: общественное здоровье, социально значимые заболевания, единая государственная система регистрации, оценка эпидемиологических рисков, территориальные факторы.

Одним из наиболее значимых показателей социально-экономических условий жизни населения является состояние общественного здоровья, следовательно, анализ эффектов комбинированных воздействия различных факторов природного и антропогенного происхождения на состояние здоровья человека, является в высшей степени актуальной задачей как в социально-экономическом, так и в научном аспекте.

В настоящее время в глобальном масштабе можно выделить несколько групп нозологий, лидирующих в структуре смертности населения. Это, в первую очередь, болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования, ряд инфекционных заболеваний, которые могут характеризоваться как социально значимые.

С точки зрения безопасности жизнедеятельности, такие заболевания можно считать источниками чрезвычайных ситуаций («Чрезвычайной ситуацией является обстановка, сложившаяся на данной территории (на объекте, у человека), в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери») [1].

Митигация (“mitigation” – «смягчение», «ослабление», «облегчение», «уменьшение», «снижение») – совокупное понятие, под которое подходят все действия, предпринимаемые до наступления чрезвычайной ситуации, включая состояние готовности и долгосрочные меры по уменьшению риска, разработку и реализацию специфических проектов по снижению уязвимости населения [1].

Философия и методология митигации органично согласуется с разработанной в 80-90-х годах XX столетия членом-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси Н.И. Аринчиным концепцией здравооказания. По А.Н. Аринчину [2] здравооказание представляет собой систему индивидуальных, государственных и международных мероприятий, направленных на вскрытие и ликвидацию источников заболеваний,

формирование здоровья, долголетия и творческой жизнедеятельности каждого человека [2].

Установлено, что зоны разломов земной коры оказывают значительное влияние на жизнедеятельность человека. Количество аварий на автодорогах выше в тех местах, где трассу пересекают системы разломов (геопатогенные зоны), а процент онкологических заболеваний оказался большим у людей, проживающих в населенных пунктах, расположенных вблизи суперрегиональных разрывных нарушений. Ураганы и смерчи прошлых лет были направлены преимущественно вдоль новейших геодинамических зон земной коры и аномалий магнитного и гравитационного полей Земли. [3]

В ходе проведенного пилотного исследования эколого-эпидемиологической ситуации, связанной с заболеваемостью населения злокачественными новообразованиями на территории Воложинского и Столбцовского районов Минской области, было установлено, что фактор загрязнения территории радионуклидами ^{137}Cs оказывает определенное влияние на заболеваемость населения злокачественными образованиями, в определенной степени изменяя ее структуру по локализациям. Изменений структуры заболеваемости под влиянием геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов литосферы, в результате анализа имеющихся данных не выявлено. Методами корреляционного анализа установлено также, что имеет место нарушение естественной связи между численностью населения и количеством случаев заболевания наблюдается в период, включающий период радионуклидного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС и выявлены признаки определенного воздействия на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, наряду с антропогенным фактором радионуклидного загрязнения, комплекса природных геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов литосферы [3,4].

В ходе исследования также установлено, что геофизические факторы, действующие в зонах линеаментов и кольцевых структур литосферы, обуславливают определенное увеличение уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями населения, постоянно проживающего в этих зонах.

Результаты системного анализа с использованием комплекса методов обработки свидетельствуют, что комбинированное влияние геофизических факторов, действующих в зоне Украинско-Балтийского линеамента, и фактора загрязнения территории радионуклидами ^{137}Cs приводит к некоторому снижению уровня заболеваемости населения злокачественными новообразованиями.

Предлагаемый подход к анализу подобного рода информации может быть эффективно расширен как на другие значимые классы заболеваний (заболевания системы кровообращения, выделительной, пищеварительной, дыхательной систем и т.д.), так и на различные территориальные факторы (геологические, экологические и др.). Для его реализации в республиканском

масштабе необходимо создание при профильных республиканских научно-практических центрах соответствующих регистров заболевших с указанием адреса места жительства для последующей территориальной привязки (геокодирования), математического и пространственного анализа с использованием географических информационных систем. Образцом в данном случае может служить государственный канцер-регистр Республики Беларусь.

Профильные регистры целесообразно объединить в единую информационную систему с возможностью обработки и визуализации информации в привязке к территории, для чего использовать пространственные картографические модели территории Республики Беларусь с отображением геологических, геофизических, геохимических, гидрологических и других объектов и зон, оказывающих или могущих оказывать влияние на функционирование систем организма.

Функционирование предлагаемой системы обеспечит эффективное выявление территорий, в пределах которых сочетанное воздействие различных природных и антропогенных факторов может обусловить повышение рисков формирования тех или иных социально значимых патологий, что позволит оперативно принимать управленческие решения по осуществлению превентивных мер, направленных на снижение уровня соответствующих рисков (углубленный целевой мониторинг, профилактические мероприятия и т.п), что будет иметь значимый экономический и социальный эффект как в местном и региональном, так и в общегосударственном масштабе.

Литература

1. Дорожко, С.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Учебное пособие в 3-х частях / С.В. Дорожко, В.Т. Пустовит, Г.И. Морзак. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – Часть 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 222 с.
2. Аринчин, Н.И. Здравосозидание / Н.И. Аринчин. – Минск, 1998. – 48 с.
3. Тяшкевич, И.А. 40 лет развития метода дистанционного зондирования природных ресурсов в Республике Беларусь /И.А. Тяшкевич // Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. : сб. науч. ст. / Издательский центр БГУ ; под. ред. В.Н. Губина. – Минск, 2006, – С. 6-10.
4. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А. Лаптёнок – Минск: БНТУ, 2013, –287 с.

СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ СВИНЦА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИЕЙ

Максуткина Анна Сергеевна

Научный руководитель: Желовицкая Алла Всеволодовна,
кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,

Аннотация: В данной работе методом атомно-абсорбционной спектроскопии проведено определение свинца в некоторых поверхностных, а также в промышленных сточных водах.

Ключевые слова: тяжелые металлы, атомно-абсорбционная спектроскопия, свинец.

По степени воздействия на живые организмы свинец отнесен к классу высокоопасных веществ наряду с мышьяком, ртутью, селеном, цинком, фтором и бенз(а)пиреном [1].

Для человека опасность свинца определяется его токсичностью и способностью накапливаться в организме. Соединения свинца обладают разной токсичностью. Малотоксичен стеарат свинца; токсичны соли неорганических кислот (хлорид свинца, сульфат свинца и др.); высокотоксичные алкилированные соединения свинца (тетраэтилсвинец).

Для человека источником свинца служит питьевая вода. В настоящее время в качестве гигиенического норматива утверждена ПДК свинца в питьевой воде на уровне 0,01 мг/л [2]. Свинец, после того, как поступил в организм с водой или пищей, входит в состав разных соединений, ненадолго депонируется в мягких тканях организма и, в конце концов, аккумулируется в костях. Ядовитыми являются все растворимые соединения свинца.

Содержание тяжёлых металлов в водных средах может определяться химическими и физико-химическими методами анализа – весовые, спектральные, электрохимические и др. Среди спектрометрических методов определения тяжёлых металлов первое место занимает атомно-абсорбционная спектрометрия с разной атомизацией образцов: атомно-абсорбционная спектрометрия с пламенной атомизацией (FAAS) и атомно-абсорбционная спектрометрия с электротермической атомизацией в графитовой кювете (GF AAS).

Атомно-абсорбционный анализ принадлежит к числу относительных методов, для которых концентрация определяемого элемента оценивается по градуировочной кривой, построенной по стандартным растворам (эталонам) [3].

Пробы воды отбирают по ГОСТ Р51592 и ГОСТ Р51593 в посуду объемом 0,2-0,5 дм, изготовленную из полимерных материалов. Если измерение проводят более чем через 5 часов после отбора, пробы

консервируют, добавляя на 0,2 дм воды 3 см концентрированной азотной кислоты [4].

Данный метод основан на измерении поглощения излучения резонансной длины волны атомным паром определяемого элемента, образующимся в результате электротермической атомизации анализируемой пробы в графитовой печи спектрометра. В основе метода лежит закон Бугера-Ламберта-Бера, т.е. линейной зависимости величины абсорбционности **A** от концентрации элемента **C** в атомных парах и, соответственно, в растворах, вносимых в атомизатор [5]. Графическое отображение этой зависимости – калибровочный (градуировочный) график (рис.1). На оси ординат откладывают разностный аналитический сигнал – разность сигналов в испытуемом и холостом опытах.

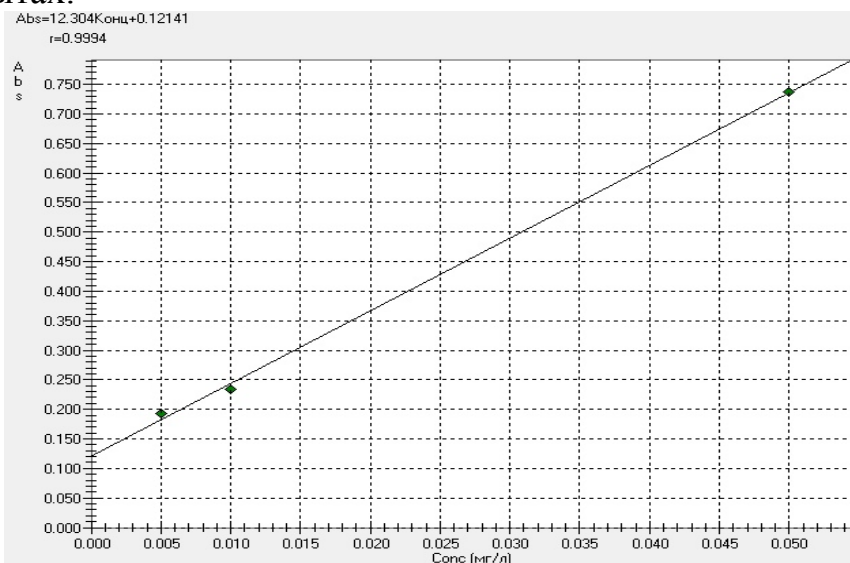


Рис. 1. Зависимость абсорбции от концентрации ионов свинца

По значениям атомного поглощения элемента в анализируемой пробе воды и в холостой пробе, используя градуировочную зависимость (табл.1), определяют массовую концентрацию элемента в пробе, мг/л. За результат определения принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных измерений анализируемого элемента.

Таблица 1.

Результаты атомно-абсорбционного анализа

№ пробы	Концентрация (мг/л)	Абсорбция
1	0,0070	0,207
2	0,0028	0,155
3	0,0031	0,160
среднеарифметическое	0,0029	0,157
1	0,0010	0,133
2	0,0015	0,139
среднеарифметическое	0,0012	0,136

Из экспериментальных данных следует, что метод атомно-абсорбционной спектроскопии является наиболее преимущественным из всех спектральных методов. К ним относится их высокая чувствительность, небольшие количества пробы. Однако, данный метод занимает длительное время по сравнению с электрохимическими методами, которые являются экспрессными.

Литература:

1. ГОСТ 17.4.1.02-83
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения / Постановление от 26 сентября 2001 года № 24.
3. Кутяков В.А. Комплексный подход к оценке воздействия соединений свинца и цинка при судебно-химических исследованиях, «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого», 2016. – 29 с.
4. ПНД Ф 14.1:2.214-06
5. Амелин В.Г. Спектроскопические методы анализа, Владимирский государственный университет, 2008. – 30с.
6. Отто М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. - 3-е изд.- М.: Техносфера, 2008. – 544с.
7. Барсуков, В. И. Пламенно-эмиссионные и атомно-абсорбционные методы анализа и инструментальные способы повышения их чувствительности / В. И. Барсуков. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 172 с.
8. Барсуков, В. И. О некоторых экспериментальных исследованиях спектроаналитических характеристик рабочих элементов электротермического атомизатора / В. И. Барсуков, Б. Н. Иванов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2002. – Т. 8, № 2. – С. 316 – 320.
9. Львов Б.В. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Наука, 1966. 392 с
10. Ермаченко Л.А., Ермаченко В.М. Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью: Методическое пособие для практического использования в санитарно-гигиенических исследованиях/ Под ред. Л.Г. Подуновой. М.: ПАИМС, 1999. – 220 с.
11. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа: Курс лекций. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 442 с.

ОЧИСТКА ВОД ОТ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫМ РЕАГЕНТОМ, ПОЛУЧЕННЫМ ИЗ ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ

Мифтахова Алсу Рафаэлевна, обучающийся
Степанова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет-КАИ»

Аннотация: В ходе работы исследована очистка модельных вод от ионов алюминия альтернативным реагентом, полученным из плодовых оболочек зерен пшеницы. По результатам работы исследована кинетика процесса, достигнута эффективность очистки по ионам алюминия 96,5 % и предложена технологическая схема очистки сточных вод.

Ключевые слова: модельные воды, ионы алюминия, очистка, плодовые оболочки зерен пшеницы, реагент.

Алюминий – самый распространенный в земной коре металл [1]. Данный металл часто является источником промышленного загрязнения сточных вод в гальванических производствах, предприятиях цветной металлургии, и др. Алюминий оказывает отрицательное воздействие на организм человека, является токсикантом, способствует вымыванию кальция и фосфора, вызывает судороги, снижение памяти, нарушение двигательной активности, снижает иммунитет. [2].

Ионы алюминия, содержащиеся в воде, не относятся к веществам с явно выраженным токсическим воздействием, но так как растворы солей алюминия отличаются высокой стабильностью, то они оказывают вредное влияние на организмы человека и животных, при постепенном в них накоплении, особенно при дисфункции выводящих систем. При использовании очищенной воды в системе оборотного водоснабжения в ней так же необходимо сократить количество растворенных алюминиевых солей, во избежание образования осадка гидроксида.

Загрязненными ионами алюминия являются сточные воды, образующиеся при его получении, а также образующиеся в тех процессах, где соединения на основе алюминия используются в качестве катализатора, например в технологии производства этилбензола, и изопропилбензола, где используется комплексное соединение на основе хлорида алюминия. Кроме того, содержание остаточного алюминия наблюдается и в очищенной реагентными физико-химическими методами сточной воде, с использованием коагулянтов на его основе, таких как сульфат алюминия, хлорид полиалюминия и полиоксихлорид алюминия, а также алюминат натрия [3].

Большинство современных, эффективных методов по удалению ионов алюминия являются дорогостоящими, поэтому предложено использовать

отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, в том числе и сточные воды других производств [4].

В данной работе в качестве реагентов использовались: 1) раствор NaOH концентрацией 20 г/дм³; 2) реагент, полученный в результате щелочной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен пшеницы (ПОЗП).

Эксперименты проводились на модельной воде (МВ) концентрацией ионов Al³⁺ 100 мг/дм³, в которых в качестве загрязнителя использовались KAl(SO₄)₂. Исходное значение pH растворов МВ варьировалось от 3 до 4 единиц.

Значение pH осаждения гидроксида алюминия: полное осаждение – 5,2; начало растворения осадка – 7,8.

Очистка МВ происходила по следующей реакции:



Щелочной реагент представляет собой сточные воды, образующиеся при получении целлюлозы из ПОЗП методом натронной варки. Получали его следующим образом: в плоскодонную колбу емкостью 250 см³ помещалось 3 г навески ПОЗП и 100 см³ раствора NaOH с концентрацией 20 г/дм³, затем проводилась термическая обработка (продолжительность варки 10 минут). По истечении времени выдержки содержимое колбы фильтровалось под вакуумом, целлюлоза промывалась до нейтрального значения pH. Эксперимент осуществлялся добавлением в МВ щелочного раствора реагента из ПОЗП. В мерный цилиндр емкостью 100 см³ наливалось 100 см³ МВ с концентрацией Al³⁺ 100 мг/дм³. Затем небольшими порциями, перемешивая, добавлялся реагент до выпадения хлопьев Al(OH)₃ белого цвета и достижения нужного значения pH раствора. Содержимое цилиндра отстаивалось в течение 1 часа.

На первом этапе нашли значение pH, при котором происходит наиболее полное осаждение гидроксида алюминия. Для этого определили значение pH для исходной модельной воды, далее доводили pH до ~5, ~6 и ~7 путем приливания щелочных реагентов. После этого очищенные воды фильтровали и определяли массу осадка.

После добавления к МВ раствора NaOH наибольшее осаждение Al(OH)₃ происходит при pH = 6,18, а реагента из ПОЗП – pH = 5,19.

На следующем этапе исследовали кинетику осаждения хлопьев гидроксида алюминия в образцах модельной воды после добавления растворов NaOH и реагента из ПОЗП (рисунок 1). Для этого прилили в цилиндры на 100 см³ МВ концентрацией ионов алюминия 100 мг/см³, добавили растворы едкого натра и альтернативного реагента до выпадения хлопьев.

Из рисунка 1 видно, осаждение Al(OH)₃ происходит быстрее при применении реагента из ПОЗП, за счет образования более крупных флоккул, так как при щелочной варке целлюлозы в сточные воды переходит не только не прореагировавшая NaOH, но и щелочной лигнин, и остатки целлюлозы.

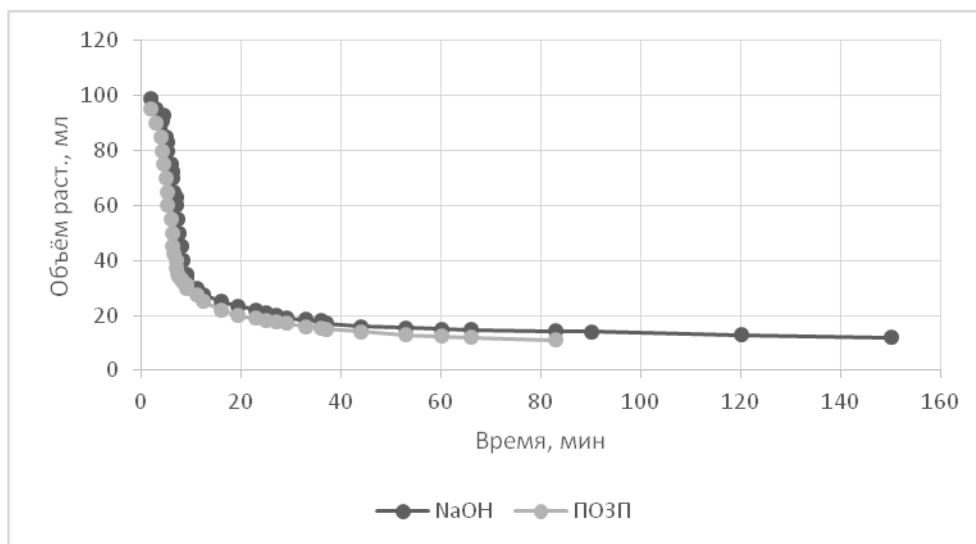


Рис. 1. Кинетика осаждения $Al(OH)_3$

После отстаивания очищенные воды отфильтровали, определили остаточное содержание ионов алюминия в образцах, осадок высушили и взвесили (таблица 1).

Таблица 1

Параметры очищенной воды

Реагент	$C_{исх},$ мг/дм ³	Объем реагента, см ³	$C_{ост.},$ мг/дм ³	pH	$m_{ос},$ г/дм ³	Эффективность очистки, %
NaOH	100,00	0,26	2,742	5,75	0,0951	97,0
ПОЗП	100,00	0,56	3,575	5,00	0,1273	96,5

Анализируя экспериментальные данные, можно рекомендовать для очистки воды от ионов алюминия (III) концентрацией 100 мг/дм³ щелочной реагент из ПОЗП, так как при его использовании достигаются результаты по эффективности очистки по ионам алюминия сравнимые с NaOH, при этом скорость процесса осаждения возрастает.

Литература:

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 488-502.
2. Способ доочистки сточных вод каталитическим осаждением [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ekotsentr.ru/popup_menu.php?id=45 (дата обращения: 25.07.2018).
3. Вураско А. В., Минакова А. Р., Жвирблите А. К. Химия растительного сырья: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 90 с.
4. Костюк В.И., Г.С. Карнаух, Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. – Техника, Киев, 1990. – 120 с.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СВАЛОК ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Мухортова Любовь Ивановна, кандидат технических наук, доцент,
Константинова Татьяна Геннадьевна, кандидат химических наук,
Эндюский Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова»

Аннотация: Представлена технология рекультивации закрытых свалок на территории Чувашской Республики, обладающих малой вместимостью и большим сроком эксплуатации. В процессе рекультивации свалке придают эстетически ухоженный и благоустроенный вид, что дает возможность дальнейшей эксплуатации участка в сфере парковой деятельности. Решены ряд экологических проблем, в частности уменьшение количества образования в теле свалки фильтрата путем устройства на поверхности водонепроницаемой конструкции, предотвращающей инфильтрацию атмосферных осадков в тело свалки.

Ключевые слова: рекультивация, свалка, биогаз, фильтрат

Проблемы захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО) остро стоят на всей территории России, в том числе и в Чувашии. В Чувашской Республике находится 29 объектов размещения отходов, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО) и 12 объектов (свалок), не включенных в ГРОРО и эксплуатация которых прекращена [1]. После закрытия этих свалок неизбежно возникает вопрос о рекультивации земель, занятых этими свалками.

При выборе направления рекультивации необходимо учитывать площадь свалки, объем накопленных ТКО и время функционирования. В Чувашской Республике 11 закрытых свалок относятся к категории мелких, занимающих площадь менее 4га с объемом накопленных ТКО менее 100 тыс. м³ [2]. Складирование отходов IV-V классов велось на закрытых свалках более 25 лет традиционным методом навала по неподготовленному участку складирования без выполнения комплекса мероприятий по гидроизоляции его основания и устройству дренажной сети. В настоящее время свалки представляет собой земельный участок, на котором отходы размещены неравномерно.

После прекращения эксплуатации полигонов (свалок) ТКО в соответствии с санитарными и экологическими требованиями, предъявляемыми к объектам размещения отходов, необходима рекультивация и экологическое восстановление земельного участка с возможностью последующей передачи для использования в сфере парковой деятельности.

Полного восстановления продуктивности и хозяйственной ценности территорий закрытых свалок ТКО рациональными в технико-экономическом отношении средствами добиться невозможно, поэтому следует говорить о направлениях рекультивации, которые определяют дальнейшее целевое

использование рекультивируемых территорий: рекреационное, сельско- и лесохозяйственное и др. [3].

Негативное воздействие свалки ТКО на окружающую среду складывается из трех составляющих:

- загрязнение атмосферы биогазом, выделяющимся при разложении органической части ТКО;
- загрязнение поверхностных и подземных вод фильтратом и продуктами деструкции ТКО;
- загрязнение почвы.

Для выбора технологии по снижению загрязнения атмосферы свалочным газом по методике [4] рассчитан объем биогаза. Например, для свалки ТКО в селе Аликово валовый объем биогаза составил 0,73 т/год, в том числе по компонентам (т/год): Метан-0,3863; Толуол-0,0053; Аммиак-0,0039, Ксилол-0,0032; Углерода оксид -0,0018; Азота диоксид-0,0008; Формальдегид-0,0007; Этилбензол-0,00069; Ангидрид сернистый-0,0005; Сероводород-0,0002.

Учитывая небольшое количество образующегося биогаза, для малых свалок предпочтительным является устройство пассивной системы дегазации с рассеиванием биогаза в атмосфере при помощи газовыпусков.

Для устройства пассивной системы дегазации свалочного газа (с очисткой и рассеиванием биогаза в атмосфере) рекомендуется использовать трапецевидные сорбционные фильтры, которые располагают под слоем поверхностного изоляционного слоя с уложенной дренажной трубой, обернутой в геоткань и имеющей вертикальный отводящий трубный выпуск сквозь изоляционное покрытие (газовыпуск). Загрузка фильтра состоит из крупнозернистого песка, торфа и активированного угля, при этом происходит очистка биогаза от загрязняющих веществ (метан, сероводород, аммиак, фенол и др.) до концентраций значительно ниже ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

В процессе технического этапа проводят формирование нового тела склада отходов путем расчистки части занятой территории от свалочного грунта и его перемещение на проектируемый склад и формирования вертикальной планировки поверхности, обеспечивающей беспрепятственный отток ливневых вод. По всей поверхности нового склада отходов создают изолирующий «саркофаг», который исключает попадание осадков и талых вод в тело свалки и снижает образование фильтрата. Конструкция «саркофага» представляет собой комбинацию природных и искусственных материалов. На уплотненную поверхность нового склада ТКО укладывают газодренажный слой из щебня, затем последовательно комбинированную геомембрану HDPE, дренажный слой «Гидромат 3D», подстилающий слой из глинистого грунта и растительный плодородный грунт.

Для сбора ливневых стоков с территории и тела свалки предусматривается строительство водоотводящей канавы по периметру проектируемого склада ТКО с гидроизоляцией. Далее сток отводится на очистку в биологический пруд. В биологическом пруду протекают процессы

очистки воды при участии высших водных растений в течение всего года. В период вегетации изъятие загрязнений выполняют стебли и листва растений, а в холодный период – их корневая система.

Для очистки почвы, освобожденной от отходов территории свалки ТКО, проводят санацию почвы сорбентом (активированный уголь).

На биологическом этапе проводят подбор ассортимента многолетних трав, подготовку почвы, посев и уход за посевами.

Предлагаемая технология экономична и не требует дополнительного финансирования в пострекультивационный период.

Таким образом, рекультивация закрытых малых свалок на территории Чувашской Республики представляет собой комплекс работ, направленных на улучшение состояния окружающей среды. По окончании рекультивационных работ восстановленные земли могут быть использованы для организации зон отдыха населения.

Литература

1. Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами в Чувашской Республике /Министерство природных ресурсов и экологии Чувашской Республики. – Чебоксары. 2016. – 292 с.
2. Шамсутдинова А.И., Мустафин С.К. Инженерно-экологическая классификация полигонов твердых бытовых отходов урбанизированных территорий (на примере республики Башкортостан) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2012. – № 1. – С. 25–34.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов // Минстрой РФ, АКХ им. Панфилова.– М. 1998.– 64 с.
4. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов.– АКХ им. Панфилова.– М. 2004. – 20 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ОТ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТА ПИРОЛИЗА ИЛОВЫХ ОСАДКОВ

Насыров Ильнар Абузарович

ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Аннотация. В данной работе проведены исследования по сорбционной очистке в динамических условиях модельного раствора ионов меди (II) сорбционным материалом, полученным обработкой осадка биологической очистки сточных вод низкотемпературным пиролизом.

Ключевые слова: пиролиз, иловые осадки, сорбент, скорость фильтрации, степень сорбции, модельный раствор.

Продукт пиролиза представляет собой порошок черного цвета с сероватым оттенком без посторонних включений. Результаты исследования микроструктуры при помощи сканирующего электронного микроскопа марки «Jeol JSM-6390 LA» свидетельствуют о том, что продукт пиролиза иловых осадков имеет пористую структуру (рис.1.). Пористая структура позволяет прогнозировать сорбционные свойства.

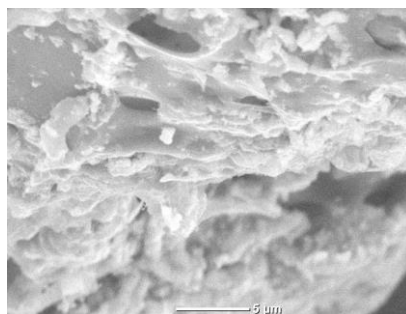


Рис. 1. Микрофотография продукта пиролиза иловых осадков.

Таблица 1

Распределение по размерам частиц (%)

Размер частиц, мм	<0,01	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-3	3-5	>5
Содержание, %	1,8	1,8	1,7	12,3	9,9	29,3	20,9	22,3

Распределение частиц твердого продукта пиролиза иловых осадков, определенное методом ситового анализа и с помощью лазерного анализатора размеров частиц марки «Microsizer 201C», представлено в таблице 1 [1].

Проведенный гранулометрический анализ показал, что твердый продукт пиролиза содержит преимущественно частицы с размерами от 0,1 до более 5 мм (82.4%).

Сорбционную очистку модельного раствора проводили на лабораторной фильтрационной установке (рис. 2) [2]. Через заполненные определенными фракциями сорбционным материалом колонки с заданным расходом

пропускали модельный водный раствор определенной концентрации. Высота слоя сорбционного материала – 100 мм в колонке с внутренним диаметром 10 мм, длиной 150 мм, масса наполнителя составляла 2 грамма. Для дальнейшего исследования были выбраны фракций менее 0,5 мм, 0,5-1 мм, 1-2 мм, 2-3 мм, 3 и более мм, которые преобладают в продукте пиролиза иловых осадков. Первоначально изучалась удельная производительность, которая определялась как отношение количества образующегося фильтрата и времени процесса в пересчете на мл/мин.

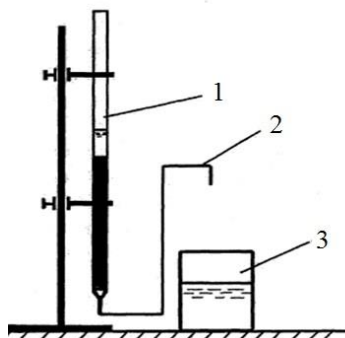


Рис. 2. Схема фильтрационной установки
1- сорбционная колонка; 2- отвод для фильтрата; 3-приемник

На рисунке 3 представлена зависимость скорости фильтрации через колонку от размера частиц продукта пиролиза иловых осадков.

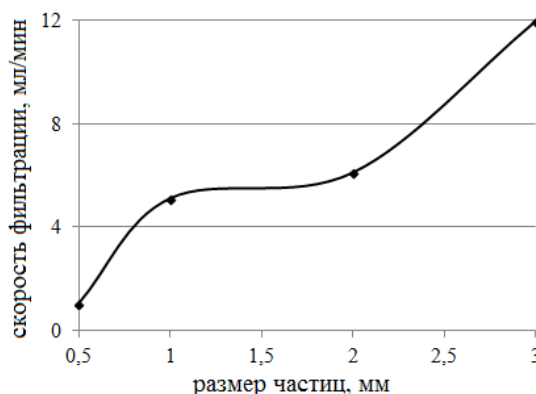


Рис. 3. График зависимости скорости фильтрации от размера частиц

Скорость фильтрации модельного раствора через колонку заполненной сорбционным материалом минимальна при размере фракции менее 0,5 мм. При увеличении размера частиц до 1 мм скорость фильтрации резко увеличивается в 5-6 раз. Скорость фильтрация модельного раствора через частицы продукта пиролиза в диапазоне размеров от 1 до 3 мм усиливается в 2 раза. Для сравнения проведены исследования скорости фильтрации для угля марки БАУ, которая составила 10 мл/мин.

Для исследование процесса сорбции ионов меди (II) в динамических условиях использовали модельный раствор Cu^{2+} с концентрацией 1 г/дм^3 (1028 мг/дм^3). Начальная и конечная концентрации ионов меди определялись

методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре марки «КВАНТ-Z.ЭТА».

На рисунке 4 представлена зависимость степени сорбции от размера частиц продукта пиролиза иловых осадков.

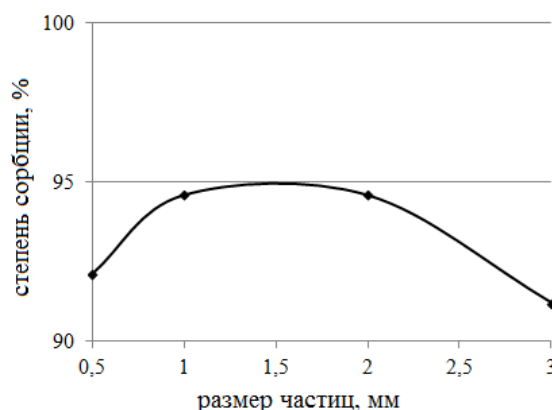


Рис. 4. График зависимости степени сорбции от размера частиц

Степень сорбции ионов меди из модельного раствора составила 91-95% в зависимости от размеров частиц твердого продукта пиролиза иловых осадков, а степень сорбции угля марки БАУ – 93,1%. Увеличение размера частиц приводит к снижению эффективности очистки от ионов меди.

Таким образом, процесс сорбции протекающий через слой сорбционного материала с размерами частиц 1-2 мм во время фильтрации через колонку в динамических условиях, можно рекомендовать для проведения предварительной очистки сточных вод.

Литература:

1. Ilnar A. Nasyrov, Gennady V. Mavrin, Aliya R. Ahmetshina and Aigul I. Ahmadiyeva Sorption properties of pyrolysis products of sludge, wood waste and rubber waste for heavy metal ions. // Journal of Fundamental and Applied Sciences. - 2017. -№ 9 (1S). -P. 1615-1625.
2. Насыров И.А. Исследование свойств продукта пиролиза иловых осадков // Сборник трудов VII Международного Конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань: ООО «Новое знание». -2016. -С. 247-250
3. Насыров И.А., Маврин Г.В. Продукты пиролиза осадка сточных вод в качестве потенциальных сорбентов // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы инновационного развития нефтехимии». – Нижнекамск: Изд-во ООО «Нефтехим Медиа», -2016. -С.246

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ РЫБЫ ИЗ РЕКИ ШЕШМА

Новикова Людмила Викторовна¹, аспирант

Гайсин Айдар Равилевич¹, магистр

Мельникова Анна Валерьевна², с.н.с.

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

²ТО ФГБНУ «ГосНИОРХ»

Аннотация: Оценено содержание элементов в печени и мышцах леща, обитающего в реке Шешма. Характеристика уровня экологического риска показала, что суммарный неканцерогенный риск соответствует низкому уровню.

Ключевые слова: экологический риск, металлы, лещ, река Шешма

Рыба традиционный пищевой ресурс, рекомендуемый для полноценного питания Всемирной организацией здравоохранения. Не менее 90% всех рисков при употреблении рыбы, связано с содержанием в ней металлов и других элементов, передающихся по трофическим цепям в наиболее токсичной биодоступной форме.

Элементный состав (As, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) печени и мышечной ткани леща (*Abramis brama*), обитающего в реке Шешма, проводился с использованием оптического эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой ICPE 9000.

Полученные результаты показали, что наиболее эффективно элементы накапливаются в печение по сравнению с мышцами (таблица 1). По мере уменьшения содержания элементы выстраиваются в ряд:

мышечная ткань: Fe>Zn>As>Al>Pb-Mn>Cu>Cr >Cd-Ni;

печень: Fe>As-Zn-Al>Cu>Pb>Mn>Cd >Ni>Cr.

Таблица 1.

Содержание элементов в тканях и органах леща (мг/кг)

	Мышцы	Печень
Al	1.28±0.30	13.56±2.25
As	1.78±0.20	14.17±3.24
Cr	0.12±0.01	0.15±0.03
Cd	0.07±0.01	1.09±0.16
Cu	0.33±0.03	5.08±0.69
Fe	6.00±1.22	74.95±6,40
Mn	0.82±0.16	2.61±0.33
Ni	0.03±0.01	0.38±0.09
Pb	0.88±0.17	3.44±0.63
Zn	3.44±0.25	14.13±1.00

Рассчитанный коэффициент биоаккумуляции, как отношение содержания элементов в рыбе к их содержанию в воде, показал, что наиболее интенсивно элементы накапливаются в печени. Так, индекс загрязнения металлами, рассчитываемый по формуле (1) в печени составляет 3.77, в то время как в мышечной ткани он равнялся 0.55.

$$MPI = (CF_1 \cdot CF_2 \cdot \dots \cdot CF_n)^{n-1} \quad (1),$$

где CF – концентрация элементов, мг/кг.

Корреляционный анализ показал, наличие пар зависимостей между содержанием хрома и никеля; цинка и свинца как в печени, так и в мышцах.

В условиях отсутствия нормативов содержания в рыбе для большинства исследованных элементов, актуальным является поиск критериев оценки уровня безопасности для здоровья человека при употреблении рыбы, содержащей металлы. Таким критерием может выступать уровень канцерогенного и неканцерогенного риска. В работе был рассчитан уровень неканцерогенного риска для разных контингентов населения: взрослые (обычные потребители рыбы и любители рыбы), а также дети.

Оценочный коэффициент потенциальной опасности, рассчитываемый по формуле (2) [1],

$$THQ = (M_c \cdot IR \cdot 10^{-3} \cdot EF \cdot ED) \cdot (R_f D \cdot BW \cdot AT_n)^{-1} \quad (2)$$

характеризующий отношение содержания металла к его референтной дозе $R_f D$ (таблица 2), показал, что суммарный неканцерогенный риск ниже 1 и характеризуется как низкий. Относительно большему риску подвержены дети, а также любители рыбы, чей риск в 5 раз выше по сравнению со среднестатистическими потребителями рыбной продукции.

Таблица 2.

Показатели экологического неканцерогенного риска при употреблении рыбы реки Шешма в пищу

THQ	Взрослые (обычные потребители рыбы)	Взрослые (любители рыбы)	Дети
As	$9.7 \cdot 10^{-2}$	$4.4 \cdot 10^{-1}$	$4.5 \cdot 10^{-1}$
Cr	$1.3 \cdot 10^{-2}$	$5.9 \cdot 10^{-2}$	$6.1 \cdot 10^{-2}$
Cd	$1.1 \cdot 10^{-2}$	$5.2 \cdot 10^{-2}$	$5.3 \cdot 10^{-2}$
Cu	$1.3 \cdot 10^{-3}$	$6.1 \cdot 10^{-3}$	$6.3 \cdot 10^{-3}$
Fe	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$6.3 \cdot 10^{-3}$	$6.5 \cdot 10^{-3}$
Mn	$9.5 \cdot 10^{-4}$	$4.3 \cdot 10^{-3}$	$4.4 \cdot 10^{-3}$
Ni	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$
Pb	$4.1 \cdot 10^{-2}$	$1.9 \cdot 10^{-1}$	$1.9 \cdot 10^{-1}$
Zn	$1.3 \cdot 10^{-3}$	$8.5 \cdot 10^{-3}$	$8.7 \cdot 10^{-3}$
HI= $\sum THQ_n$	0.17	0.77	0.78

Таким образом, проведенный анализ показал, что содержание элементов (As, Cr, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn, Pb, Zn) в тканях и органах леща, обитающего в реке Шешма, не представляют угрозы здоровью населения при употреблении их в пищу.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00576

Литература:

Javed M., Usmani N. Accumulation of heavy metals and human health risk assessment via the consumption of freshwater fish *Mastacembelus armatus* inhabiting, thermal power plant effluent loaded canal // Springer Plus. – 2016. – № 5. – P. 776

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Селюнина Наталья Викторовна, старший преподаватель
Лисина Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент
Перминова Ольга Михайловна, кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУВО «ИжГТУ им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Рассмотрены изменения подходов к установлению критериев оценки результативности и эффективности систем управления охраной труда на основе стандартов безопасности труда. Проанализированы критерии разработки оценки результативности и эффективности управления и функционирования систем управления охраной труда организаций.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность, оценка эффективности СУОТ

Важную роль на практике для принятия решений играет оценка результативности и эффективности систем управления охраной труда.

С 1 января 2018 г. вступил в действие новый стандарт системы межгосударственных стандартов безопасности труда ГОСТ 12.0.230.3-2016 Системы управления охраной труда.

Проведение оценки результативности и эффективности деятельности в области охраны труда является важнейшей процедурой по реализации современных подходов к регулированию в области охраны труда.

Одним из основных аспектов проблемы оценки результативности и эффективности СУОТ на протяжении многих лет было то, что в России отсутствовали нормативно закреплённые критерии оценки состояния охраны труда.

Оценка результативности и эффективности подразумевает постоянный сбор и анализ определенных исходных данных, необходимых для оценки текущего состояния и условий охраны труда, тенденций их изменения со временем, и, при необходимости, идентификации процедур управления, требующих улучшения.

В связи с этим особую значимость приобретает реализация процедур самооценки организацией результативности и эффективности своей деятельности в области охраны труда.

В ГОСТ 12.0.230.3-2016 предложено использовать показатели результативности и эффективности деятельности (ПРЭД), которые подразделяются на два типа:

- Показатели эффективности управления (ПРЭУ);
- Показатели результативности и эффективности функционирования (ПРЭФ).

В свою очередь ПРЭУ используются для анализа:

- результативности и эффективности плановых мероприятий по управлению охраной труда;

- действий руководства организации, влияющих на результативность и эффективность деятельности в области охраны труда, и, возможно, состояния условий и охраны труда;

- соответствия состояния условий и охраны труда требованиям национального законодательства;

- финансовых затрат и потенциальной величины выгод от предотвращенного ущерба, связанного с недостатками в обеспечении требований охраны труда.

ПРЭФ охватывают:

- Показатели безопасности материальных объектов и оборудования, применяемых в организации;

- Показатели безопасности услуг (подрядных, сервисных работ), поддерживающих производственную и хозяйственную деятельность организации.

Выбор и разработка собственных ПРЭД (ПРЭУ и ПРЭФ) осуществляется таким образом, чтобы имелась возможность сопоставления результативности и эффективности деятельности организации в области охраны труда с соответствующими критериями результатов эффективности деятельности (КРЭД). В качестве КРЭД могут выступать локальные, местные, региональные, корпоративные, национальные (в том числе законодательно закрепленные) данные (показатели, индексы, индикаторы и т.п.) в области охраны труда.

Основными КРЭД системы управления охраной труда являются:

- улучшение условий и повышения безопасности труда работающих, оцениваемое динамикой условий труда на рабочих местах вследствие выполненных мероприятий;

- снижение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;

- повышение производительности труда, качества продукции за счет улучшения условий труда, если их причинно-следственную связь удастся вычлнить и формализовать;

- достижение всех намеченных целей своевременно и без необоснованного превышения запланированных ресурсов (финансовых, материальных, людских, временных и т.п.).

В ГОСТе приводятся примерные показатели результативности и эффективности управления (ПРЭУ) в области охраны труда, которые включают шесть основных аспектов управления охраной труда в организации:

1. Политика,
2. Организация,
3. Планирование и применение,
4. Предотвращение опасностей,
5. Оценка,
6. Действия по улучшению.

Для каждого аспекта управления охраной труда разработаны возможные показатели эффективности управления.

Примерные показатели результативности и эффективности функционирования (ПРЭФ) системы управления охраной труда включают анализ следующих видов деятельности:

1. Общие данные (среднесписочная численность работающих, количество рабочих мест, количество единиц оборудования, количество подрядных организаций на объектах организации и т.д.);
2. Сумма затрат на производство продукции;
3. Травматизм и профзаболеваемость;
4. Условия труда;
5. Обеспеченность работников средствами индивидуальной и коллективной защиты;
6. Санитарно-бытовое обслуживание;
7. Медицинское обслуживание;
8. Предоставление компенсаций за тяжелую работу, работу во вредных и опасных условиях труд;
9. Проведение учений по охране труда;
10. Обеспечение технической безопасности производства;
11. Готовность к действиям при инцидентах, авариях и несчастных случаях.

При анализе условий и охраны труда и составлении программ улучшения условий и охраны труда на различных уровнях управления, надзора и контроля применяются статистические показатели для объективного сравнительного анализа и измерения результативности и эффективности проводимых мероприятий, а также наглядности описания состояния условий и охраны труда.

Статистические показатели представляют собой количественную характеристику правовых, социальных, экономических, гигиенических, организационных и технико-технологических явлений и процессов охраны труда в условиях их качественной определенности, непосредственно связанной с состоянием охраны труда.

Примеры статистических показателей для оценки результативности и эффективности деятельности в области охраны труда, приведенные в ГОСТ 12.0.230.3-2016, являются наиболее характерными и наиболее часто используемыми для целей регулирования деятельности в области охраны труда.

Они могут быть применены к любой совокупности первичных статистических данных, свойственных отдельному субъекту права (работодателю) и к любой их совокупности (в том числе действующей в рамках вида экономической деятельности, отрасли, характера производственной деятельности, территории и т.д.).

Оценивание результативности и эффективности деятельности организации в области охраны труда - специальный процесс и инструмент управления, предназначенный для обеспечения руководства организации достоверной информацией, позволяющей определить соответствие деятельности в области охраны труда совокупности критериев, заданных руководством организации на основании требований национального

законодательства.

Оценка результативности и эффективности подразумевает постоянный сбор и анализ определенных исходных данных, необходимых для оценки текущего состояния и условий охраны труда, тенденций их изменения со временем, и, при необходимости, идентификации процедур управления, требующих улучшения.

Целями проведения оценки результативности и эффективности системы управления охраной труда являются:

- оценка общей стратегии (политики) организации в области охраны труда и процедур функционирования системы управления охраной труда по предотвращению связанных с работой травм и заболеваний, удовлетворять другим потребностям организации и заинтересованных сторон, включая органы государственного управления, надзора и контроля;

- определение необходимых изменений в процедурах функционирования системы управления охраной труда, включая изменения в политике и в целевых показателях результативности и эффективности;

- сравнение запланированных и фактически достигнутых целевых показателей;

- определение необходимых корректирующих действий, в том числе с учетом результатов расследования различного рода небезопасных происшествий;

- обеспечение обратной связи с подразделениями и работниками в целях рационального планирования и непрерывного совершенствования всей системы управления.

Оценка (в том числе и самооценка) результативности и эффективности деятельности в области охраны труда позволяет организации:

- реализовать систематический подход к совершенствованию системы управления охраной труда, идентифицировать и анализировать процедуры деятельности, требующие улучшения;

- использовать унифицированный набор критериев при оценке результативности и эффективности своей системы управления охраной труда;

- получать объективные данные о текущем состоянии своей системы управления охраной труда, основанные на фактах, а не на личном восприятии руководителей и/или работников;

- определять, что в данной ситуации должна сделать организация в целом, ее отдельные подразделения и каждый работник, исходя из единой системной концепции совершенствования деятельности по охране труда и, прежде всего, исходя из выявленных возможных направлений улучшения;

- отслеживать изменения в состоянии системы управления охраной труда и определять объем

изменений, произошедших с момента проведения предыдущей оценки (самооценки);

- проводить сравнения с лучшими практическими результатами, достигнутыми как в самой организации, так и в других организациях,

распространять передовой опыт лучших подразделений организации или других организаций;

- внедрять различные инициативы и передовые методы управления охраной труда в повседневную деятельность организации;

- устанавливать основу для признания передовых достижений в области охраны труда и стимулирования подразделений и работников.

Даже в случаях, когда организация не имеет формально оформленной системы управления охраной труда, проведение оценки результативности и эффективности ее деятельности в области охраны труда позволяет ей задавать определенные критерии совершенствования и оценивать соответствие собственной деятельности в области охраны труда и ее результативности и эффективности этим критериям.

Литература:

1. ГОСТ 12.0.230.3-2016 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Оценка результативности и эффективности. Введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 мая 2017 г. № 471-ст[Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200145713>
2. Волкова А.О., Вахрушева Ю.В., Селюнина Н.В. Повышение эффективности в области охраны труда// Сборник: «Техносферная безопасность в XXI веке Материалы VII Всероссийской научно практической конференции». 2017. С. 29-31.
3. Севастьянов Б.В., Перминова О.М., Лисина Е.Б., Селюнина Н.В., Лисин В.А. Внедрение проектного обучения в подготовку по направлению "Техносферная безопасность" в ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова// В сборнике: Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования материалы VII Международной конференции. Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова. 2017. С. 73-81
4. Севастьянов Б.В., Салтыков А.М., Шадрин Р.О. Прогнозирование числа дней нетрудоспособности пострадавших на производстве в Удмуртской Республике// Вестник ижевского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 131-134.
5. Севастьянов Б.В., Никешкин В.А., Васильева П.С., Здобяхина Е.А. Анализ причин возникновения несчастных случаев с причинением тяжкого вреда здоровью и смертельными исходами в отраслях экономики Удмуртской Республики (по данным организационно-технических судебных экспертиз)// Промышленная и экологическая безопасность, 2007. № 2. С. 56-59.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОД РЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Семина Елена Игоревна, обучающийся

Савельева Анна Владимировна, аспирант

Савельев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Дряхлов Владислав Олегович, кандидат технических наук, доцент

Шайхиев Ильдар Гильманович, доктор технических наук, профессор

ФБГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технологический университет»

Аннотация: Выявлены условия практически полного извлечения Cu^{2+} и Ni^{2+} из сточных вод гальванического производства при использовании в качестве реагента сульфида натрия.

Ключевые слова: сточные воды, ионы меди (II), ионы никеля (II), реагентный метод, сульфид натрия, осаждение.

В настоящее время очистка гальванических сточных вод (ГСВ) от ионов тяжелых металлов (ИТМ) является актуальной проблемой. ИТМ представляют собой основной токсический компонент ГСВ.

Для извлечения ИТМ из ГСВ находят применение следующие методы: реагентный, ионообменный, сорбционный, мембранный, биологический, электрохимический и др. Среди способов очистки сточных вод (СВ) наиболее эффективными являются ионообменный и сорбционный, но вследствие значительных капитальных и эксплуатационных затрат, они не получили широкого применения на практике. Этим недостатком лишен реагентный способ очистки СВ, отличающийся универсальностью, простотой оборудования, легкостью автоматизации, надежностью по сравнению с другими методами [1, 2].

Реагентный способ очистки заключается в переводе растворимых загрязняющих веществ в нерастворимые вещества путем смешивания СВ с реагентом. В качестве реагентов на практике применяют гидроксиды кальция и натрия, гидрокарбонат натрия, сульфат железа (II), пирит и сульфид натрия [2, 3].

Однако реагентный метод также обладает и недостатками при использовании наиболее часто применяемых реагентов – гидроксидов натрия и кальция: невозможность очистки до ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения, образование гальваношлама, который необходимо утилизировать [1].

Известно, что более полное извлечение ИТМ из ГСВ достигается при применении сульфида натрия [3]. В связи с этим, целью настоящей работы являлась поиск условий эффективной реализации извлечения ИТМ из ГСВ с применением сульфида натрия – концентрация сульфида натрия, объемного соотношения реагента и ГСВ, время высаживания осадка.

Объектом исследования являлась ГСВ, образующаяся при промывки изделий после нанесения на них гальванических покрытий. Проводился отбор 5

проб ГСВ с дальнейшим изменением значения рН. Значение рН исследуемых проб корректировали путем использования 1 N раствора гидроксида натрия. В качестве реагента для извлечения ИТМ из ГСВ применяли 0,14 %, 0,7 % и 7 % растворы 5-водного сульфида натрия.

Результаты исследования массообразования осадков в различных средах позволили установить, что наиболее полное извлечение ИТМ из исследуемой ГСВ наблюдалось в щелочной среде. В то время как, в нейтральной и кислой средах отмечалось образование осадка меньше на 13,41 и 91,46 % соответственно.

Дальнейшее исследование проводилось в щелочной среде при использовании 0,7 % 5-водного сульфида натрия, так как при использовании 0,14 % раствора 5-водного сульфида натрия высаживание осадка не наблюдалось, а при – 7 % возникли трудности при дозировании используемого реагента.

Результаты исследования скорости осаждения полученного осадка в щелочной среде показали, что в течение первых 5 минут осаждение протекало медленно, так как в этот интервал времени происходило формирование хлопьев и их слипание в более крупные агрегаты. В промежутке времени от 5 до 20 минут происходило быстрое оседание осадка за счет объединения мелких хлопьев в более крупные хлопьевидные скопления. Вследствие этого происходило уплотнение и утяжеление осадка, что в свою очередь привело к увеличению скорости его осаждения. После 20 минут отстаивания скорость осаждения осадка уменьшилась, вследствие уплотнения осадка на дне цилиндра.

Полученные экспериментальные данные по определению объемного соотношения реагента и исследуемой ГСВ показали, что более полное удаления ИТМ из ГСВ происходило при использовании соотношения объемов используемого реагента и ГСВ равное 1:41,67 соответственно. Это соотношение применимо при концентрации 5-водного сульфида натрия равной 0,7 %.

При указанных концентрации и соотношении объемов наблюдалось образование осадка, который представлял собой крупные хлопья оранжево-коричневого цвета.

Проведенный рентгеновский структурный анализ выделенного осадка показал наличие двух соединений: дисульфид триникеля (Ni_3S_2) и купроалюминад (CuAl_2) в массовом соотношении 1:1.

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлено увеличение степени извлечения ИТМ из ГСВ реагентным методом с использованием сульфида натрия. Было установлено, что наиболее эффективное извлечение ИТМ наблюдалось в щелочной среде при использовании 0,7 % 5-водного раствора сульфида натрия и объемного соотношения его и ГСВ – 1:41,67 соответственно. Указанные условия позволяют достичь степень извлечения Cu^{2+} – 99,97 % и Ni^{2+} – 99,93 %.

Установлена целесообразность проведения процесса высаживания труднорастворимого осадка в течение 20 минут.

Литература:

1. Виноградов С. С., Кудрявцев В. Н. Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Глобус. 1998. 302 с.
2. Горбань Я. Ю. Способы очистки гальванических сточных вод от ионов тяжелых металлов // Аспирант. 2015. № 5-1 (10). С. 34–36.
3. Жданова А. В., Иларионова С. А. Очистка сточных вод гальванического производства от загрязнений тяжелыми металлами // Вестник пермского университета. 2012. № 1. С. 54–60.

ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА БИОСТОЙКОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Строганов Виктор Федорович, доктор химических наук, профессор;
Сагадеев Евгений Владимирович, доктор химических наук, профессор;

Хузин Айрат Фаритович, кандидат технических наук,
старший преподаватель;

Бикмухаметова Альбина Раисовна, обучающийся

Дорофеева Анастасия Михайловна, обучающийся

Кайманова Ольга Анатольевна, обучающийся

Мазанова Дарья Сергеевна, обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

Аннотация: Проведено кинетическое исследование по оценке биостойкости цементно-песчаных растворов, модифицированных введением углеродных нанотрубок различной структуры и степени функциональности.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, цементно-песчаный раствор, лимонная кислота, биостойкость.

Как известно, введение модифицирующих добавок в минеральные строительные материалы является одним из путей увеличения их технологических и эксплуатационных характеристик. Важное значение имеют добавки, целенаправленно изменяющие свойства строительных материалов, но при этом не оказывающие отрицательное влияние на окружающую среду. Такими добавками, в частности, являются углеродные нанотрубки (УНТ). В литературе нет единого мнения об эффективности применения УНТ в качестве модификаторов минеральных строительных материалов [1, 2], однако установлено, что влияние УНТ на прочностные характеристики строительных материалов зависит от степени их функционализации. В работе изучалось влияние на прочностные характеристики цементно-песчаных растворов (ЦПР) УНТ “Tuball”, производства компании “Ocsial” и УНТ “Graphistrength”, производства фирмы “Arkema”. Изучаемые образцы ЦПР изготавливались размером 160×40×40 мм (балочки) на основе портландцемента М400 ЦЕМ II/A-II 32,5Н и М500 ЦЕМ I 42,5Н производства ООО «Ульяновскцемент», песка кварцевого фракции 0,5–0,25 мм, воды – бидистиллят, углеродных нанотрубок “Tuball” и “Graphistrength” – 0,005% от массы цемента. Для более равномерного распределения УНТ обоих видов в структуре ЦПР использовался суперпластификатор “Remicrete SP 30 (FM)” фирмы “Schomburg” (1% от массы цемента). Цемент и песок смешивали в соотношении 1:3. Водоцементное отношение (В/Ц) образцов ЦПР – 0,35.

В продолжение ранее начатых исследований [2, 3] нами моделировался процесс биоповреждения наномодифицированных ЦПР в слабоагрессивной среде лимонной кислоты с рН = 3 (рекомендуемое в литературе значение для

карбоновых кислот). Изучение биостойкости образцов ЦПР проводилось в лабораторной кинетической установке, согласно описанному в работе [3].

На рис. 1 представлены кинетические зависимости $R_{изг} = f(\tau)$ изменения прочностных характеристик образцов ЦПР с добавлением УНТ “Tuball” после экспозиции в модельной среде лимонной кислоты при температуре 40 °С.

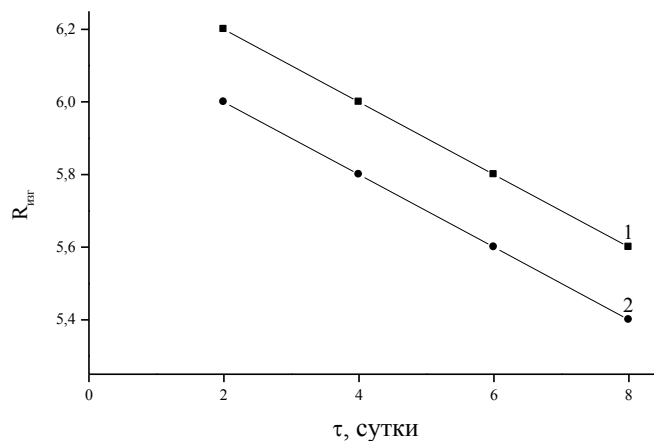


Рис. 1. Изменение прочности на изгиб образцов ЦПР с добавлением УНТ “Tuball” во времени при экспозиции в модельной среде лимонной кислоты:
1 – портландцемент М500 ЦЕМ I 42,5 Н; 2 – М400 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н

На рис. 2 представлены кинетические зависимости $R_{сж} = f(\tau)$ изменения прочностных характеристик образцов ЦПР с добавлением УНТ “Tuball” после экспозиции в модельной среде лимонной кислоты при температуре 40 °С.

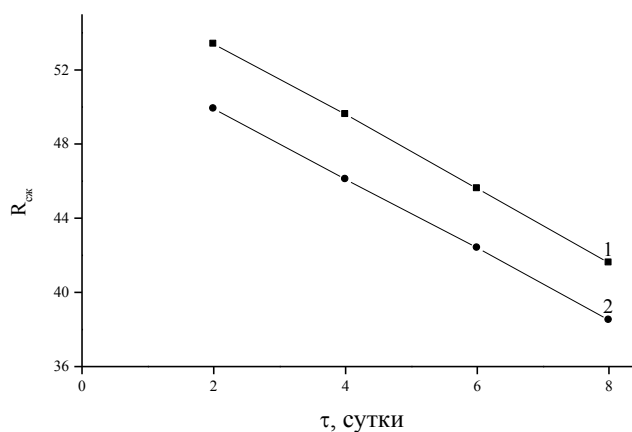


Рис. 2. Изменение прочности на сжатие образцов ЦПР с добавлением УНТ “Tuball” во времени при экспозиции в модельной среде лимонной кислоты:
1 – портландцемент М500 ЦЕМ I 42,5 Н; 2 – М400 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н

На рис. 3 представлены кинетические зависимости $R_{изг} = f(\tau)$ изменения прочностных характеристик образцов ЦПР с добавлением УНТ “Graphistrength” после экспозиции в модельной среде лимонной кислоты при температуре 40 °С.

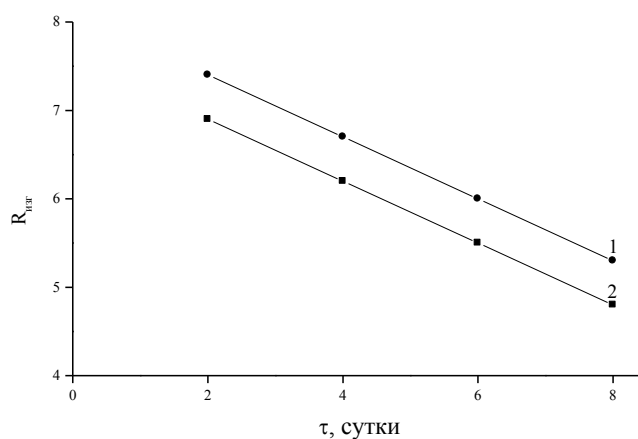


Рис. 3. Изменение прочности на изгиб образцов ЦПР с добавлением УНТ “Graphistrength” во времени при экспозиции в среде лимонной кислоты: 1 – портландцемент М500 ЦЕМ I 42,5 Н; 2 – М400 ЦЕМ II/А-П 32,5 Н

На рис. 4 представлены кинетические зависимости $R_{сж} = f(\tau)$ изменения прочностных характеристик образцов ЦПР с добавлением УНТ “Graphistrength” после экспозиции в модельной среде лимонной кислоты при температуре 40 °С.

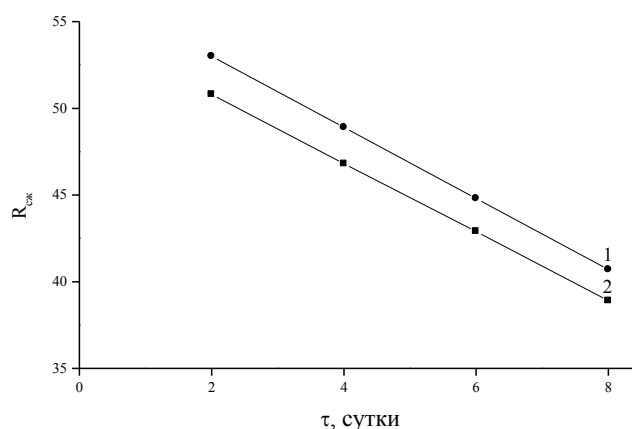


Рис. 4. Изменение прочности на сжатие образцов ЦПР с добавлением УНТ “Tuball” во времени при экспозиции в модельной среде лимонной кислоты: 1 – портландцемент М500 ЦЕМ I 42,5 Н; 2 – М400 ЦЕМ II/А-П 32,5 Н

При анализе полученных кинетических зависимостей наблюдается уменьшение прочностных характеристик обоих видов наномодифицированных ЦПР при экспозиции в среде лимонной кислоты, что свидетельствует о протекании процесса разрушения образцов. Количественно процесс взаимодействия наномодифицированных ЦПР со средой лимонной кислоты (табл. 1) представлен в данных потери прочности образцов ЦПР после экспозиции в среде, которые подтверждают кинетические зависимости.

Таблица 1

Изменение прочностных характеристик наномодифицированных ЦПР после экспозиции в течение 8 суток в модельной среде лимонной кислоты при 40 °С

Марка портландцемента для изготовления ЦПР	Потеря прочности, %	
	$\Delta R_{изг}$	$\Delta R_{сж}$
М400 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н	74,2*	62,5*
М400 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н с УНТ “Tuball”	22,9	34,1
М400 ЦЕМ II/A-П 32,5 Н с УНТ “Graphistrength”	31,4	33,4
М500 ЦЕМ I 42,5 Н	47,9*	54,9*
М500 ЦЕМ I 42,5 Н с УНТ “Tuball”	25,3	32,9
М500 ЦЕМ I 42,5 Н с УНТ “Graphistrength”	29,3	34,4

*Данные работы [2]

На основе анализа результатов, приведенных в табл. 1, можно сделать вывод, что введение в состав ЦПР УНТ “Tuball” и “Graphistrength” приводит к определенному повышению биостойкости образцов. Однако в этом случае также возможно влияние суперпластификатора “Remicrete SP 30 (FM)” входящего в состав наномодифицированных ЦПР. Благодаря введению поликарбоксилатного суперпластификатора значение водоцементного отношения наномодифицированных ЦПР составило 0,35 (по сравнению с В/Ц равным 0,52 у ЦПР без добавления суперпластификатора), что привело к уменьшению пористости ЦПР и, возможно, увеличило биостойкость образцов.

Таким образом, на основании анализа результатов испытания наномодифицированных цементно-песчаных растворов в модельной среде лимонной кислоты, можно сделать вывод, что введение в состав ЦПР однослойных малофункционализированных УНТ “Tuball” и многослойных многофункционализированных УНТ “Graphistrength” приводит практически к одинаковому повышению прочностных характеристик ЦПР. В этой связи, ввиду многопрофильного действия УНТ как модификаторов материалов становится необходимым проведение более широкого спектра исследований по изучению влияния введения УНТ в минеральные строительные материалы.

Литература:

1. Хузин А.Ф. Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок: автореферат дис. кандидата технических наук. Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. Казань, 2014. 20 с.
2. Строганов В.Ф., Сагадеев Е.В., Вахитов Б.Р. Исследование устойчивости цементно-песчаных растворов при экспозиции в среде карбоновых кислот: лимонной и щавелевой // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3 (33). С. 153–158.
3. Строганов В.Ф., Сагадеев Е.В., Вахитов Б.Р., Батыршина А.В., Габдуллина Г.А. Лабораторная установка для проведения кинетических исследований процессов биоповреждения минеральных строительных материалов // Материалы конференции. Сборник статей XVII Всероссийской конференции “Химия и инженерная экология”. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. С. 171–174.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД БУИНСКОГО САХАРНОГО ЗАВОДА

Сундукова Елена Николаевна, кандидат химических наук, доцент
Мударисова Лейсан Радиковна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

Аннотация: Проведен анализ работы очистных сооружений сточных вод Буинского сахарного завода. Разработаны предложения по совершенствованию систем водоснабжения и водообработки технологических сточных вод. Выполнены экономические расчеты.

Ключевые слова: сточные воды сахарных заводов, обратное водоснабжение, очистка технологических сточных вод.

Буинский сахарный завод (СЗ), построенный в 1960 году, является крупнейшим перерабатывающим предприятием республики Татарстан (подобные есть еще в Заинском и Нурлатском районах). Объемы сточных вод (СВ), образующихся при производстве сахара из сахарной свеклы зависят от многих факторов: схемы водного хозяйства предприятия, наличия и совершенства системы оборотного водоснабжения и производительности основного технологического оборудования. Потребность в воде сахарного производства составляет в среднем до 20т на 1т перерабатываемой свеклы [1,2]. Водоснабжение завода осуществляется из р. Свияги и составляет 6011 м³/сут. Наибольшее количество воды тратится на мойку и подготовку свеклы, охлаждение и конденсацию пара в вакуумных конденсаторных установках. Сброс СВ объемом 4336 м³/сут производится на поля фильтрации.

В общем случае состав СВ СЗ определяется местными климатическими и почвенными условиями, наличием систем локальной очистки для отдельных технологических потоков. По химическому составу, физическим свойствам и степени загрязнения СВ СЗ подразделяются на три категории [1,2]:

1) - могут быть использованы повторно без специальной очистки, небольшая часть нуждаются лишь в охлаждении и аэрации;

2) - от гидротранспортеров, ловушек, свекломойки, элеватора - требуют механической очистки;

3) - разбавленный транспортерно-мочный осадок, диффузионная вода, жомопрессовая вода, вода от мойки резок, диффузионных ножей, от выпарной установки, промывки пульполовушек, продувки паровых котлов, стоки химводоочистки и т.д. – самые опасные и подлежат обязательной очистке.

Все категории СВ характеризуются сладковатым свекольным запахом, высоким содержанием сахара, содержат также ядовитый для рыб сапонин. Его токсичное действие прекращается только при 5-6-ти кратном разбавлении водой.

Поля фильтрации – самые простые и распространенные очистные сооружения (ОС) для естественной биологической очистки СВ 3 категории и транспортерно-моечного осадка. После отстаивания на полях фильтрации СВ подщелачиваются до нейтральной или слабо щелочной реакции.

Анализ работы ОС Буинского СЗ показал, что большое количество СВ всех категорий, поступающее на поля фильтрации, привело к тому, что поля заилены и превратились в болото, выделяющее круглый год неприятно пахнущие и токсичные газы - сероводород, метан и др. Реконструкцию полей проводили один раз в 2001 году, нынешнее состояние их является плачевным и вызывает жалобы у населения, поскольку иловые поля расположены в непосредственной близости к городу. Загрязняющие вещества с водой поступают в ручей Каилку и далее в р.Свиягу.

Одними из основных путей совершенствования водного хозяйства СЗ на современном этапе является: во-первых, внедрение оборотного водоснабжения на предприятии и, во-вторых, совершенствование локальных и основных ОС с целью повышения их эффективности, снижения материалоемкости, трудозатрат и стоимости строительства, уменьшения площадей, занятых ОС.

СВ 1 и 2 категории, в соответствии с их составом и характером, должны подлежать механической очистке. Для этого предлагается строительство ОС, технологическая схема которых приведена на рис.1.

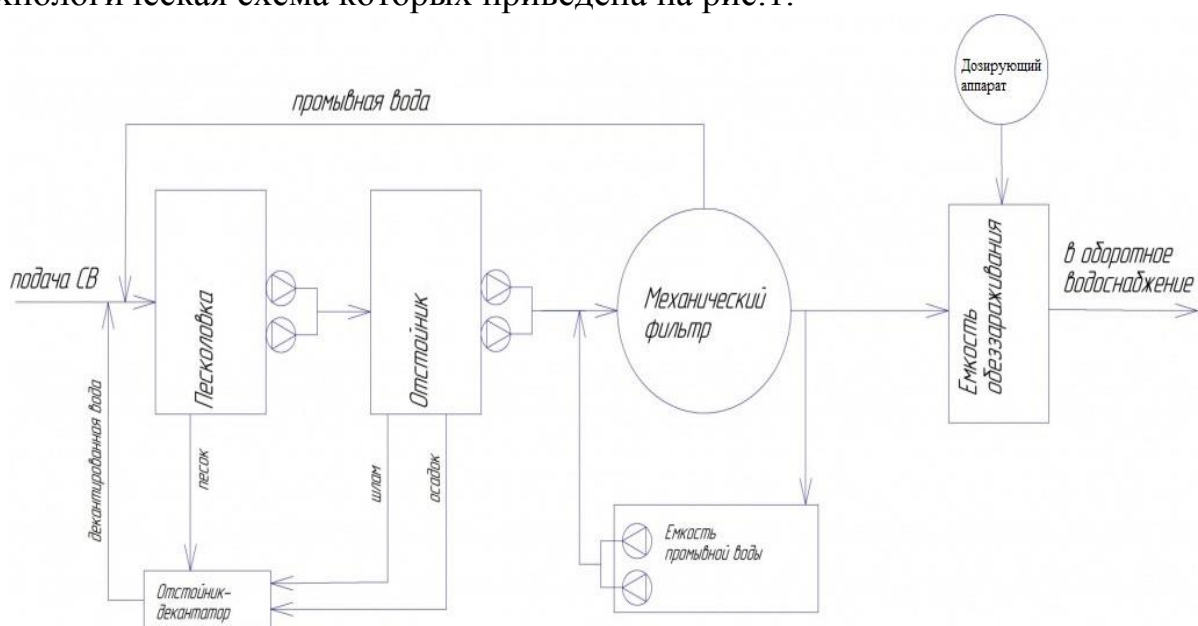


Рис.1. Технологическая схема очистки СВ СЗ 1 и 2 категории

СВ последовательно проходят через обычные сооружения механической очистки: решетки, песколовки, отстойники; доочищаются на механических полимерных фильтрах. Обеззараживание гипохлоритом натрия протекает в контактном резервуаре, после чего вода возвращается на производственные нужды. Транспортерно-моечный и фильтрационный осадки перекачиваются в отстойник-декантатор, после которого декантированная вода используется повторно [3,4]. После внедрения такой схемы очистки эффект удаления взвешенных веществ из СВ достигнет 90-95%, а БПК снизится на 45%. Для

периодического сброса данных стоков в водоем необходимо применять дополнительно биологическую очистку. Процесс этот могли бы осуществлять биологические ОС ЗАО «Буинск-Водоканал», на которых бытовые и производственные СВ очищаются по типовой технологии. Сначала СВ проходят механическую очистку на решетках, в песколовках и первичных отстойниках, затем биологическую - в аэротенках, далее во вторичных отстойниках отделяется активный ил и заканчивается очистка воды дезинфекцией жидким хлором.

Проведенные экономические расчеты показали, что общая сметная стоимость ОС СЗ с внедрением оборотного водоснабжения предприятия составит 82 млн. руб., затраты на оборудование - 30 млн. руб. Несмотря на большие затраты, количество СВ уменьшится в 2 раза, снизится и ущерб от сброса загрязнений в реку, равный на данный момент 8,5 млн. руб. в год. Снизится также плата за водопотребление (ежегодно сейчас она составляет 22 млн.). Срок окупаемости без учета затрат на водопотребление составит 10 лет, а если учитывать и эти затраты, то 3 года, рентабельность инвестиций - 10%.

Таким образом, внедрение предлагаемых решений позволит, в конечном итоге, внести вклад в улучшение экологической обстановки, как в самом Буинске и реке Свияге, так и в Куйбышевском водохранилище.

Литература:

1. Спичак В.В., Базлов В.Н., Ананьева П.А., Поливанова Т.В. Водное хозяйство сахарных заводов / Под ред. Спичака В.В. - Курск: ГНУ РНИИСП Россельхозакадемии. - 2005. - 167с.
2. Зарцына С.С., Харитоновна Л.А., Калинкина С.П. Совершенствование технологии очистки сточных вод пищевых предприятий // Вода и экология. – 2007. - № 3. - с. 48 - 52.
3. Поливанова Т.В. Повышение надежности работы систем водоснабжения и водоотведения сахарных заводов. Курск: ЮЗГУ. - 2012.- 144 с.
4. Овчинников А.А. и др. Организация замкнутого оборотного водопотребления при переработке сахарной свеклы // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. - № 9. - с. 47 - 49.

ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ КОАЛЕСЦЕНЦИИ

Фазуллин Динар Дильшатович, кандидат технических наук,
ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Для эффективного разделения нефтяных эмульсии предложена установка коалесценции, где очистка производится на тонкослойных пластинках и на фильтрующих загрузках из зернистого или пористого политетрафторэтилена (ПТФЭ). Эффективность очистки составляет до 90 %.

Ключевые слова: Нефтяная эмульсия, коалесценция, коалесцирующий фильтр, политетрафторэтилен, фильтрующая загрузка, гранулы.

Нефтепродукты образуются на нефтяных промыслах в процессе добычи, подготовки и транспортировки нефти, при мойке автомобилей, от охлаждения технологического оборудования на машиностроительных предприятиях, в резервуарах хранилищах топливного мазута и др. Сточные воды содержащие нефтепродукты могут находиться в свободном, эмульгированном и растворенном состоянии. Для разделения эмульсий используют методы коалесценции, флотации, коагуляции, фильтрации, отстаивания и др.

Коалесценция является простым, недорогим и безопасным процессом разделения водомасляных эмульсий [1,2]. Производительность коалесценции зависит от скорости потока, глубины слоя, свойств поверхности материала и размера частиц дисперсной фазы эмульсии. Площадь поверхности фильтрующей загрузки напрямую влияет на эффективность. Коалесценция изменяет фазово-дисперсный состав системы, укрупняет капли первоначальной эмульсии. С кинетической точки зрения дисперсная система становится неустойчивой и быстро разделяется.

Контактная коалесценция в зернистом материале будет фактически сочетанием межкапельной коалесценции, интенсифицированной благодаря прохождению потока через материал, и собственно коалесценции капель с участием третьей фазы – зернами загрузки. Эффективность данного метода очистки составляет не более 70 % в зависимости от физико-химических свойств нефтепродуктовой сточной воды. Более глубокая очистка от мелкодисперсных, особенно эмульгированных, нефтепродуктов до концентраций менее 10 мг/дм³ достигается в процессах фильтрации и мембранного разделения в основном процессы микрофильтрации и ультрафильтрации [3-5].

Для очистки сточных вод, отработанных эмульсий от нефтепродуктов, органических загрязнителей, взвешенных веществ разработана «Установка для очистки сточных вод и технологических жидкостей».

Установка для очистки сточных вод и технологических жидкостей состоит из четырех модульных частей. Первая часть выполнена с возможностью жидкостной коалесцентной очистки, вторая часть выполнена с

возможностью тонкослойного разделения жидкости на съемном модуле из наклонных тонкослойных ПВХ пластин. Для удаления металлических частиц в нижней части установки установлены магнитные пластины. Отвод отделенных загрязнителей из жидкости происходит непрерывно через переливную перегородку в сборник всплывших загрязнителей.

В третьей части установки очистка от эмульгированных нефтепродуктов происходит за счет коаесценции на зернистой загрузке из политетрафторэтилена (ПТФЭ) с размерами зерен от 0,1 до 2 мм или на более эффективном гранулированном пористом ПТФЭ с размерами гранул от 0,5 до 2 мм. Зернистый ПТФЭ получали измельчением листового полимера марки «фторопласт-4», а пористый ПТФЭ получили спеканием порошкового фторопласта марки «Ф-4ПН» с размером частиц 20 мкм, при температуре 380 °С в течении 2 часов. После спекания ПТФЭ измельчили и с помощью сит разделили на гранулы с размером от 0,5 до 2 мм.

Дополнительно в четвертом модуле установки при необходимости проводится очистка от растворенных нефтепродуктов и органических загрязнителей с помощью композиционных углеродо-фторопластовых адсорбентах полученных методом суспензионного нанесения микрочастиц на поверхность пористого полимера.

В качестве основных показателей коалесцентного разделения эмульсии рассматривалась степень разделения нефтяной эмульсии, которая вычислялась как отношение содержания нефтепродуктов в эмульсии до и после разделения, определяемых с помощью концентратомера марки «КН-3» (таблица) и производительность установки, которая составила 5-7 дм³/мин.

Таблица

Результаты очистки модельной эмульсии на коалесцентной установке

Показатель	Исходная эмульсия	Стадии очистки			
		I и II	III		IV
		Тонкослойные ПВХ пластины	Зернистый ПТФЭ	или Гранулированный ПТФЭ	Композиционный адсорбент
Нефтепродукты, мг/дм ³	7087±709	3920±392	1179±118	706±70,6	67,6±10,1

Степень разделения эмульсии пористым ПТФЭ на 10 – 20% выше по сравнению с зернистым полимером. Коалесцирующие загрузки работают как фильтр-коалесцер. Частицы нефти укрупняются и задерживаются на поверхности, в порах и между гранулами в слое загрузки за счет капиллярных сил и олеофильности. После очистки на гранулированном ПТФЭ концентрация нефтепродуктов уменьшилось от исходной в 10 раз, а при использовании четвертой стадии очистки композиционного адсорбента исходное содержание нефтепродуктов уменьшилось более 100 раз.

Удаление растворенных нефтепродуктов и органических загрязнителей происходит композиционным угольно-фторопластовым адсорбентом УС-20.

Максимальная адсорбционная емкость УС-20 по нефтепродуктам полученная в лабораторных экспериментах составляет 2,8 г/г. Регенерацию фильтрующих загрузок провели промывкой раствором АПАВ. Установка высокоэффективна за счет оптимального сочетания четырех стадий очистки и применения адсорбента, дающего тонкую очистку от нефтепродуктов.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Казанского (Приволжского) федерального университета.

Литература:

1. Sunil Lalchand Kokal. Crude Oil Emulsions: A State-Of-The-Art Review / Society of Petroleum Engineers. 2005. Vol. 20. No 1. P. 93-98.
2. Isaacs E.E., Huang H., Babchin A.J., Chow R.S. Electroacoustic method for monitoring the coalescence of water-in-oil emulsions / Colloids and Surfaces. 1990. Vol. 46. No. 2. P. 177-192.
3. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Соколов М.П. Утилизация отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей мембранными методами. Химия и технология топлив и масел. 2015. № 1(587). С. 56–59.
4. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Модифицированные мембраны ПТФЭ-ПАНИ для выделения нефтепродуктов из водомасляных эмульсий / Мембраны и мембранные технологии. 2017. № 1. С. 57–64.
5. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Технология очистки водоэмульсионных сточных вод с доочисткой мембранными и сорбционными методами. Технологии нефти и газа. 2014. №4(93). С. 3-7.

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА СЕРО-АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Хуснутдинов Азат Назипович, старший преподаватель, соискатель;
Николаева Лариса Андреевна, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

Аннотация: в статье представлены способы очистки серо-азотосодержащих газовых выбросов промышленных предприятий. Представлен новый адсорбционный материал для очистки газовых выбросов. Описывается опыт включения адсорбера в схему газоздушного тракта реальной котельной.

Ключевые слова: газовые выбросы, десульфуризация, денитрификация, адсорбер, шлам химводоочистки, отход производства, котельная, ресурсосбережение.

С развитием промышленности большое внимание уделяется ее экологической составляющей, а именно проблеме очистке и утилизации отходов. Предприятия теплоэнергетического и строительного комплекса, нефтехимическая промышленность, машиностроительные производства и др. являются причиной повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Главными загрязнителями воздуха являются оксид углерода, азота, диоксид серы и летучие органические соединения. Эти вещества оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека.

Большая часть газовых выбросов приходится на предприятия теплоэнергетического комплекса [1], к которым относятся тепловые электрические станции (ТЭС) и котельные установки (КУ).

При сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива на ТЭС вся его масса превращается в отходы, причем продукты сгорания в несколько раз превышают массу топлива за счет включения азота и кислорода воздуха. В общем загрязнении атмосферы отходами производства теплоэнергетические выбросы вредных веществ составляют: по твердым (золе) - 20 - 35%; диоксиду серы - до 50; оксидам азота - 30 - 35% [2].

Оксиды серы образуются при сжигании серосодержащего топлива. Это такие виды топлива как угли и мазут, содержание серы в которых достигает 3,5%. Оксиды азота образуются вследствие окисления молекулярного азота воздуха в процессе сжигания топлива. [1]

Вследствие указанных причин образования оксидов азота, серы, углерода, а также сложных углеводородных соединений при сжигании топлива, метод борьбы за снижение поступления их в атмосферу должен быть комплексным, сочетающим первичные и вторичные мероприятия.

К первичным мероприятиям относятся:

- очистка топлива от загрязняющих примесей - улучшение качества топлива (обогащение исходного сырья; водомазутных эмульсий и др.);

- подавление образования вредных веществ при горении путем совершенствования топочных процессов сжигания топлива (за счет улучшения конструкций топков, технологических методов и режимных мероприятий).

Ко вторичным мероприятиям относятся технологии улавливания вредных примесей из отходящих газов. Десульфуризация (сероочистка) отходящих газов занимает ключевое место в области охраны окружающей среды. В большинстве стран десульфуризация отходящих газов стала отраслью хозяйства со значительными капиталовложениями, научно-техническим и производственным аппаратом, с законодательствами, нормативами в области проектирования и эксплуатации установок очистки газов от оксидов серы.

Классификация методов десульфуризации отходящих SO_2 -содержащих газов может осуществляться по различным признакам [2]: типу и характеру процесса (жидкофазные – мокрые, смешанные – полусухие, газофазные – сухие); типу применяемого сорбента; типу получаемого продукта и др.

Все методы очистки газовых выбросов от оксидов азота - процессы денитрификации, как и процессы десульфуризации, можно разделить на сухие и мокрые. Особенностью первых является то, что в большинстве случаев они предназначены для избирательной очистки газов только от NO_x с образованием конечного продукта молекулярного азота.

Мокрые (жидкофазные) методы можно разделить на процессы без регенерации абсорбента (одноразовое использование) и процессы с регенерацией абсорбента (т.е. абсорбент циркулирует по замкнутому контуру). Последние методы используют, как правило, для одновременной очистки газовых выбросов от SO_2 и NO_x . Конечными продуктами таких методов являются соединения, используемые в качестве химических добавок в химической промышленности и сельском хозяйстве. Реализация этих продуктов может в значительной степени компенсировать затраты на строительство и эксплуатацию установок очистки газовых выбросов.

К основным методам удаления NO_x с помощью сухой очистки относятся [3]: селективное каталитическое восстановление аммиаком; селективное высокотемпературное (некаталитическое) восстановление аммиаком; неселективное каталитическое восстановление; адсорбция. В настоящее время активно проводится разработка новых методов снижения выбросов вредных веществ, образующихся при эксплуатации ТЭС и КУ.

В докладе описывается установка и способ адсорбции в котором предлагается в качестве сорбента газовых выбросов использовать высушенный хлам химводоочистки (ХВО) Казанской ТЭЦ-1 [4]. Шлам ХВО осветлителей ТЭС – природная сырая и устойчивая смесь определенного химического состава, которая, зависит от химического состава сырой воды.

Установка рассчитана для котельной АО «Химический завод им. Л.Я. Карпова». Котельная вырабатывает тепловую энергию в количестве 234,0 Гкал/час с годовым расходом условного топлива 23 тыс.т. и работает на попутном нефтяном газе. Адсорбер поз.7, рис., включен в схему газозвоздушного тракта котельной Химического завода.

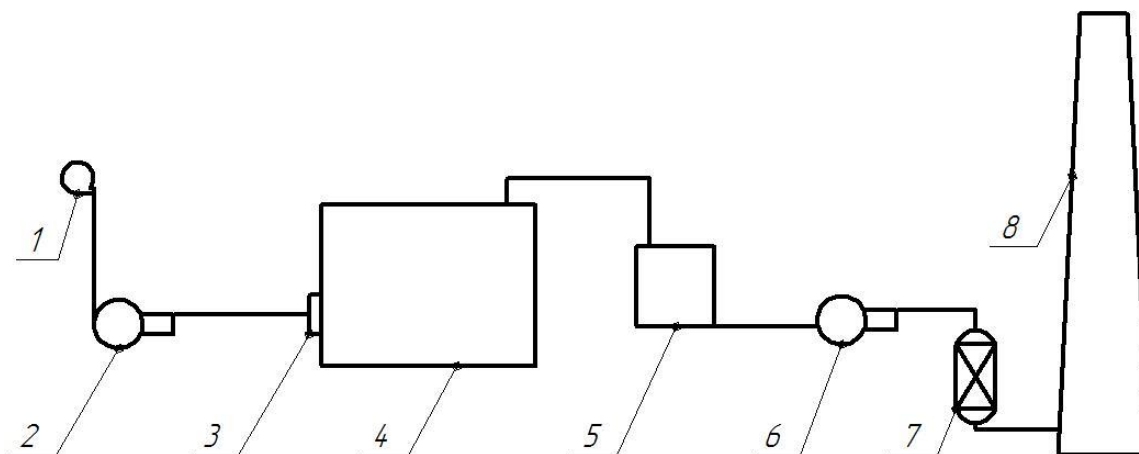


Рис.1. Схема газовоздушного тракта котельной.

1 – патрубок забора воздуха; 2 – вентилятор; 3 – горелка; 4 – котёл;
5 - водяной экономайзер; 6 – дымосос; 7 – адсорбер; 8 – дымовая труба.

Такая технология обеспечивает содержание вредных веществ в уходящих газах на уровне нормативов удельных выбросов в атмосферу и исключает образование жидких стоков. Так же решается вопрос вторичного использования отходов производства.

Использование сорбционных свойств шлама осветлителей ТЭС с целью снижения вредных газовых выбросов позволяет решить эколого-экономические и ресурсосберегающие проблемы промышленных предприятий основных комплексов.

Литература:

1. Хуснутдинов А.Н. Исследование процессов сорбции оксидов азота и серы из дымовых газов ТЭС шламом химводоочистки / А.Н. Хуснутдинов, Л.А. Николаева // Теплоэнергетика. 2018. № 8. С. 96-100.
2. Носков А.С., Пай З.П. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики / СО РАН. ГПНТБ. - Новосибирск, 1996. - 156 с.
3. Николаева Л.А. Адсорбционная очистка дымовых газов котельной карбонатным шламом ТЭС / Л.А. Николаева, А.Н. Хуснутдинов // Мат. док-в XI НТК «Гидроэнергетика. Гидротехника. Новые разработки и технологии». 2017. С. 178.
4. Николаева Л.А. Очистка газовых выбросов предприятий химической промышленности карбонатным шламом / Л.А. Николаева, А.Н. Хуснутдинов // Экология и промышленность России. 2018. № 8. С. 14-18.

ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Шавалеева Светлана Минневагизовна, кандидат химических наук, доцент,
Гайнетдинова Альбина Фандусовна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация. Рассмотрена технологическая схема очистки выбросов цементного производства от твердых частиц с поэтапным контролем исходного и остаточного содержания. Предложено совместное применение циклона и электрофильтра. Для производственного экологического контроля содержания твердых частиц в выбросах до и после очистки предложен прибор S305. Оценена эффективность с точки зрения промышленной и экологической безопасности и экономической эффективности физико-механического метода очистки выбросов, содержащих твердые частицы.

Ключевые слова: очистка выбросов, твердые частицы, цементное производство.

Многоступенчатый процесс производства цемента состоит из нескольких основных технологических операций [1], главным источником пылевыделения из которых является печь для обжига клинкера. В выбросах этих печей содержится большое количество газообразных и твердых частиц (пыли), имеющих сложный компонентный состав. В связи с этим особенно актуальна как своевременная их очистка с помощью газоочистного и пылеулавливающего оборудования, так и своевременный контроль качества очистки.

Наилучшие доступные технологии (НДТ) [2] используют различные методы очистки или их сочетания, что способствует уменьшению поступления в выбросы твердых частиц. Для предприятий НДТ В-1 рекомендует применение циклонов и электрофильтров, характеристики которых оптимизированы для очистки конкретного вида выбросов и оптимизированы по основным параметрам пылегазовых потоков. При правильном подборе оборудования и обеспечении оптимальных режимов работы концентрации твердых частиц в выбросах цементного производства снижаются до требуемых уровней [3]. 80-95% твердых частиц размером более 10 мкм и средним диаметром частиц 25 мкм улавливается в сухих пылеуловителях – циклонах. Для тонкодисперсной доочистки от мелких частиц размером 0,008 - 100 мкм и менее возможно использование электрофильтра [4].

В данной работе для очистки выбросов цементного завода от пыли предлагается использование унифицированного вертикального сухого электрофильтра серии УВ-2×10. Данный электрофильтр работает в диапазоне температур до 250°C, имеет одно поле, через которое со скоростью до 1 м/с движется газ в вертикальном направлении, может состоять из одной, двух или трех параллельно работающих секций с активным сечением каждой секции 10;

16; 24 м². Осадительные электроды – пластинчатые из элементов открытого профиля, коронирующие – рамные с верхним подвесом с расстоянием между плоскостями одноименных элементов 275 мм. Механизм встряхивания – ударно-молотковый.

Были рассчитаны основные конструктивные и технологические показатели электрофилтра. При объеме очищаемых газов 39600 м³/ч и исходной концентрации пыли 120 мг/м³ требуемая площадь активного сечения электрофилтра составляет 171,22 м², площадь осаждения – 1200 м², скорость дрейфа – 0,026 м/с, время осаждения – 5,19 м/с, габаритные размеры 20150×6690×4500 мм. После очистки содержание твердых частиц выбросах составляет 0,018 мг/м³ при ПДК – 0,15 мг/м³.

Для обеспечения производственного экологического контроля содержания пыли в выбросах предложено применение пылемера S305. Данный тип прибора контроля работает на переменной составляющей трибоэлектрического тока и позволяет контролировать содержание мелкодисперсных частиц потока размером от 0,3 мкм с содержанием частиц 0,1-1000 мг/м³.

Эколого-экономический расчет величины предотвращенного ущерба от выбросов твердых частиц пыли в цементном производстве показал, что предотвращенный ущерб при установке электрофилтра составляет 420145 руб., платежи за загрязнение окружающей природной среды – 221656 руб., полная экономическая эффективность – 0,96 руб, срок окупаемости – 5,6 лет.

С точки зрения промышленной и экологической безопасности опасными и вредными производственными факторами на цементном производстве являются превышающая установленные нормативы запыленность воздуха; низкая температура воздуха рабочей зоны, поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень звука на рабочих местах; электроустановки напряжением выше 42 В; низкая освещенность рабочего места; острые кромки, заусенцы и шероховатости поверхностей оборудования; подвижные части оборудования и др. [5]. Неукоснительное соблюдение руководством предприятия всех требований отраслевого стандарта безопасности труда в промышленности строительных материалов, соблюдение всеми работниками требований инструкций по техническому обслуживанию оборудования и инструкций о мерах пожарной безопасности; организация экологической службы предприятия обеспечивает здоровые и безопасные условия труда при производстве цемента

Литература:

1. Алексеев Б. В. Технология производства цемента: Учебник для сред. проф.-техн. училищ. - М.: Высш. школа, 1980. - 266 с.
2. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Информационно-технический

справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 22-2016. – Москва: Бюро НДТ. – 2016.

3. Банит Ф.Г., Несвижский О.А. Механическое оборудование цементных заводов. -Москва: Машиностроение. - 2000. - 310 с.

4. Санаев Ю.И. Обеспыливание газов электрофильтрами. – Семибратово: «Кондор-Эко». – 2009. – 163 с.

5. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.06.1997 г. - М., 1997. - 40 с.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ

Шавалеева Светлана Минневагизовна, кандидат химических наук, доцент,
Гараева Эльвина Фавиловна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация. Рассмотрена технологическая схема очистки сточных вод молочного производства от взвешенных частиц с контролем исходного и остаточного содержания. Предложено совместное применение усреднителя, нейтрализатора, флотатора напорного, аэротенка, отстойника, фильтра, УФ обеззараживания и пресс-фильтра. Для производственного экологического контроля содержания взвешенных частиц в сточных водах до и после очистки предложен прибор турбидиметр 1720Е. Оценена эффективность с точки зрения промышленной и экологической безопасности и экономической эффективности физико-химического метода очистки сточных вод, содержащих взвешенные частицы.

Ключевые слова: очистка сточных вод, взвешенные частицы, молочное производство.

Сточные воды молочного производства, содержащие загрязняющие вещества сложного компонентного состава, оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Они содержат взвешенные вещества, состоящие из органических загрязнений (жира, белка, крахмала, сахара, загустителей) от потерь молока, остатков молочных продуктов, отходов производства, поверхностно-активных веществ, применяемых при мытье оборудования, неорганические вещества, смываемые с поверхности тары, полов и др. [1]. Повышенная концентрация загрязнителей ведет к перегрузке городских очистных сооружений, коррозионному разрушению бетона в кислой среде, возникновению неприятного для жителей населенных пунктов запаха, негативному влиянию на биоразнообразие водоемов. В связи с этим актуальны их своевременная очистка и своевременный контроль качества очистки. Для стоков производств сыра, творога и кисломолочных продуктов особенно важен показатель рН, поскольку использование кислотосодержащих и щелочных реагентов для мытья оборудования способна изменять рН в диапазоне 4,2-10,5, при допустимом значении 6,5-8,5 [2].

Наилучшие доступные технологии (НДТ) [1] используют различные методы очистки или их сочетания, что способствует уменьшению поступления в стоки взвешенных частиц. Для предприятий НДТ рекомендует внедрение оборотных технологических схем, использующих нейтрализатор, напорный флотатор, совмещенный с камерами флотации и хлопьеобразования, аэротенк и фильтр доочистки. Для интенсификации данных процессов целесообразно использование коагулянтов [3,4]. При правильном подборе очистного

оборудования концентрация взвешенных частиц в стоках сокращается, что позволяет использовать очищенную воду для нужд предприятия в замкнутом цикле.

В данной работе для очистки сточных вод молочного производства от взвешенных частиц предлагается использование напорной флотационной установки, состоящей из камеры смешения, насосного агрегата, сатуратора, сигнализатора уровня жидкости, флотатора и мотор-редуктора. Для входа сточной воды предусмотрены отдельные патрубки для выхода очищенной воды, вывода шлама, сброса осадка, ввода флокулянта, ввода коагулянта и сливной трубопровод. Очистка от взвешенных частиц происходит на стадиях очистки на напорном флотаторе, аэротенке и фильтре доочистки, в ходе которого значение концентрации взвешенных частиц сокращается с 1378 мг/л до 3 мг/л.

Были рассчитаны основные конструктивные и технологические показатели: при общем объеме очищаемой воды 5 м³/ч, исходной концентрации взвешенных частиц 1378 мг/л и времени флотации 20 мин ширина флотатора составляет 950 мм, высота – 800 мм, длина – 1402 мм.

Для обеспечения производственного экологического контроля содержания взвешенных частиц до и после очистки предложено использование турбидиметра 1720Е. Данный тип прибора контроля работает на уменьшении интенсивности проходящего через среду пучка света и позволяет вести контроль в области малых значений. Для определения рН возможно использование рН-метра типа рН-4110 со стеклянным электродом.

Эколого-экономический расчет величины предотвращенного ущерба от сбросов сточных вод, содержащих взвешенные частицы, показал, что предотвращенный ущерб при установке напорного флотатора составляет 218086,90 руб., затраты на природоохранное мероприятие с затратами на электроэнергию - 1636520,00 руб., полная экономическая эффективность - 2,1 руб/руб., срок окупаемости - 7,5 лет.

С точки зрения промышленной и экологической безопасности опасными и вредными производственными факторами на предприятии молочного производства являются повышенная запыленность воздуха помещений для складирования сыпучих реагентов; пониженная температура воздуха рабочей зоны и поверхностей оборудования, материалов; высокая влажность воздуха; повышенный уровень звука на рабочих местах; электроустановки напряжением выше 42 В; низкая освещенность рабочего места; острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях оборудования; подвижные части производственного оборудования и др. [5]. Выполнение руководством предприятия всех требований отраслевого стандарта безопасности труда в пищевой промышленности; соблюдение работниками требований инструкций по техническому обслуживанию оборудования и инструкций о мерах пожарной безопасности обеспечивает здоровые и безопасные условия труда на молочном производстве.

Литература:

1. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2015. – Москва: Бюро НДТ. – 2015.
2. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. №552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.
3. Петров В.Г., Шумилова М.А., Столов В.В. Разложение водно-жировых эмульсий в сточных водах молочного производства с использованием коагулянтов //Вестник Удмуртского университета, 2013, Вып. 4. – С. 27-32.
4. Шавалеева С.М., Глебов А.Н., Гуревич П.А. Влияние ионов Cr(III), Al(III) на фазовое состояние водных растворов полиакриламида и его гидролизованых производных // Вестник КНИТУ-КХТИ, 2013, №11, С. 55.
5. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.06.1997 г. - М., 1997. - 40 с.

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД РАСТВОРАМИ АНОЛИТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ОЧИСТКУ

Шайдуллин Ильнур Хайдарзянович, аспирант,
Алчинова Валентина Александровна, магистрант,
Фридланд Сергей Владимирович, профессор, доктор химических наук
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Аннотация: показана возможность использования в качестве нейтрализующего агента щелочных стоков растворов анолита, полученных электроактивацией растворов соли NaCl различной концентрации. Выявлено, что стоки, нейтрализованные растворами анолита, поддаются более эффективной биологической очистке чем те же стоки, нейтрализованные серной кислотой.

Ключевые слова: нейтрализация, электроактивированная вода, биологическая очистка.

Использование минеральных кислот, в частности серной кислоты, в процессах нейтрализации щелочных стоков способствуют к формированию в них сульфатов, приводящее к сложностям удаления последних в процессе биологической очистки сточных вод. Причем, зачастую, на очистных сооружениях очистки щелочных стоков (на примере очистных сооружений производств органического синтеза) не предусмотрены стадии очистки стоков от непосредственно сульфатов.

Целью данной работы является исследование возможности исключения серной кислоты, как нейтрализующего агента, из технологии очистки сточных вод. В качестве альтернативы предложено использование растворов анолита электроактивированной воды.

Исследована принципиальная возможность нейтрализации щелочных стоков производства органического синтеза анолитом электроактивированной воды. В качестве электроактиватора использован бытовой прибор «Мелеста». Электроактивация проводилась до температуры 35 °С, в результате получали анолит со значениями рН 2,3-2,7, в зависимости от состава первоначального раствора, использованного для электроактивации.

Электроактивации подвергались водопроводная вода, растворы соли NaCl в дистиллированной воде в концентрациях 0,1 мг/дм³, 0,5 мг/дм³, 1 мг/дм³.

Показано, что от первоначальной минерализации раствора соли для приготовления анолита, зависимость его расхода на нейтрализацию стока до определенного значения рН различается не значительно; а лишь, с повышением концентрации соли, уменьшается время, требуемое для его электроактивации. Данные представлены на рисунке 1.

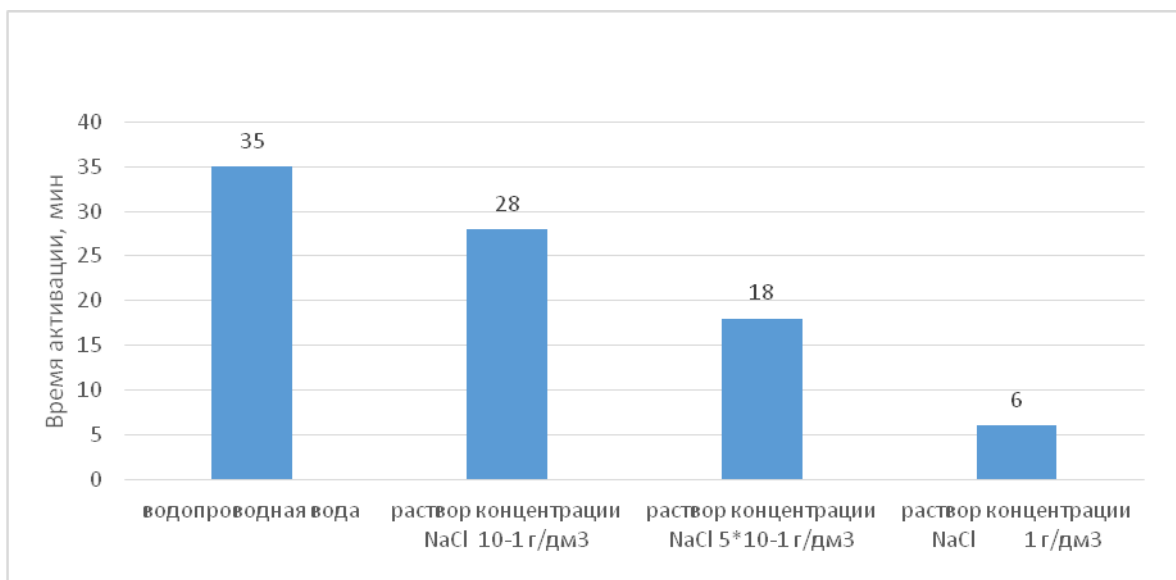


Рис. 1. Гистограмма зависимости времени электроактивации от минерализации раствора.

Показано, что использование анолита электроактивированной воды в качестве альтернативы серной кислоте не оказывает негативного воздействия на биологические процессы очистки исследуемых щелочных сточных вод, подвергшихся нейтрализации. В качестве контроля использован сток, нейтрализованный серной кислотой, доведенный дистиллированной водой до объема образцов, нейтрализованных растворами анолита, чтобы выровнять значения по ХПК исследуемых нейтрализованных стоков на биологическую очистку.

Для проведения биологической очистки в лабораторных условиях использовались конические колбы объемом 250 мл, шейкер орбитальный SHO-2D. Объекты исследовались ускоренным методом определения химического потребления кислорода [1]. Соотношение активного ила к сточной воде 40 мл на 60 мл, что соответствует реальному соотношению объема биоценоза к сточной воде, при дозе активного ила 3 г/дм³ на очистных сооружениях цеха нейтрализации и очистки промышленно-сточных вод производства органического синтеза в г. Казани. В качестве контроля использовалась сточная щелочная вода, нейтрализованная серной кислотой. Сточная вода для экспериментов отбиралась со входных карманов аэротенков, активный ил с выходного кармана регенераторов цеха нейтрализации и очистки промышленно-сточных вод ПАО «Казаньоргсинтез».

Данные представлены на рисунке 2.

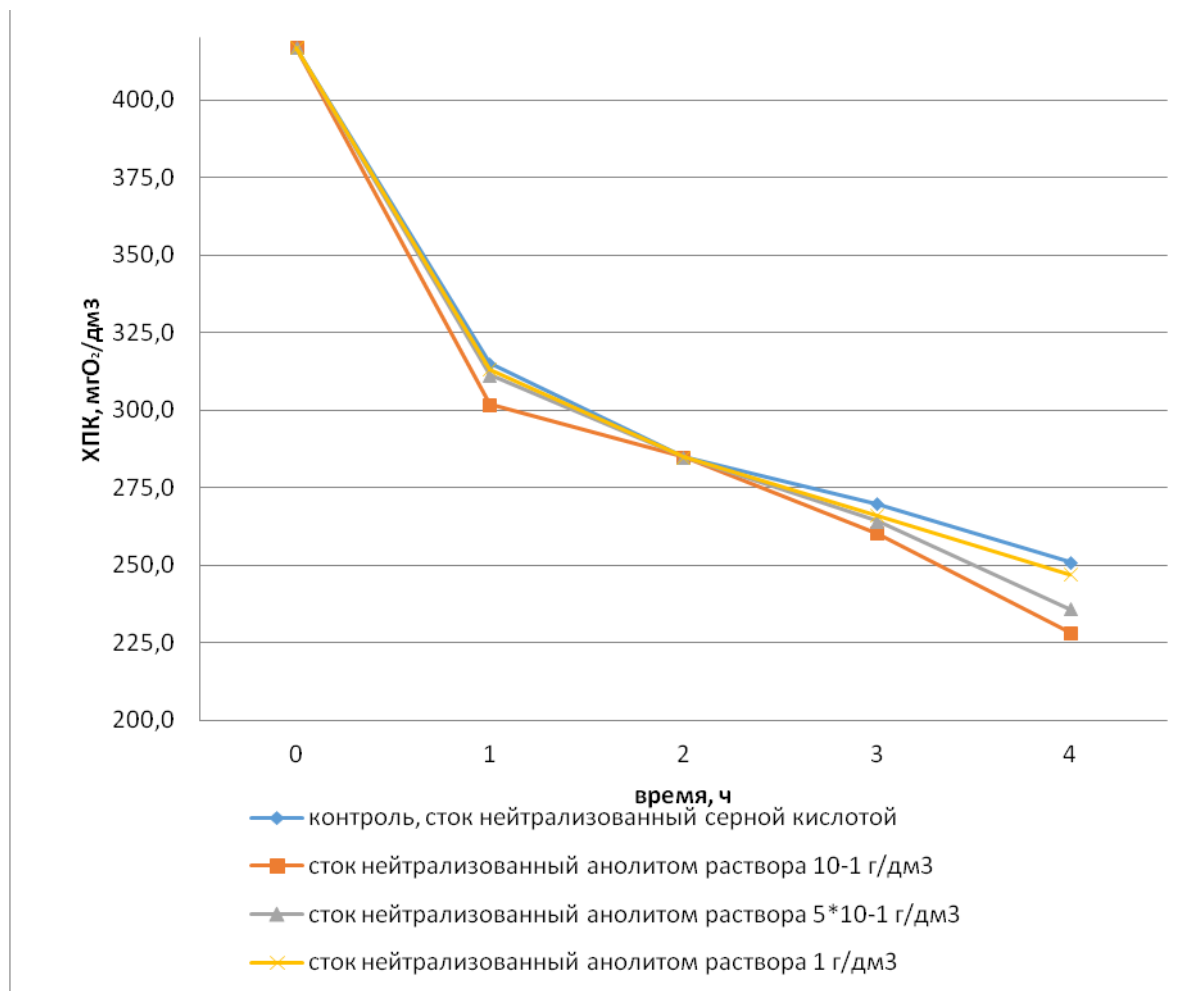


Рис.2. Зависимость изменения ХПК сточных вод, нейтрализованных различными растворами анолита и серной кислотой от времени.

Таким образом, обоснована целесообразность использования в качестве нейтрализующего агента щелочных стоков растворов анолита, полученных электроактивацией растворов соли NaCl различной концентраций. Показано, что стоки, нейтрализованные растворами анолита, поддаются более эффективной биологической очистке, чем те же стоки, нейтрализованные серной кислотой.

Литература

1. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю.Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448 с.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ШАХТНОГО И КАРЬЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ширниех Альберт Албиерович¹, обучающийся

Новоселова Алена Игоревна¹, обучающийся

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Аннотация: В данной статье описаны источники появления шахтной и карьерной воды и методы их очистки, а так же принцип работы очистных сооружений.

Ключевые слова: очистка шахтных вод, флотационная очистка вод, принцип действия технологических схем.

Водообильность шахт зависит от многих факторов, например: климатический фактор, гидрологическое условие месторождения, глубина шахты и т.д. В зависимости от этих факторов приток воды в шахтах способен достигать до 4000 [1]. В весенний период приток вод способен увеличиться в два раза из-за сильных дождей и таянья ледников [2]. Главными составляющими этих вод являются мелкодисперсные взвеси, состоящие из зерен угля и размытых сопутствующих пород, нефтепродукты, соединения железа, хлориды, тяжелые металлы.

Главным методом обезжелезивания шахтных и карьерных вод является окисление Fe с дальнейшим образованием гидроксида Fe и выделением его при отстаивании или фильтровании [3]. На схему очистки сильно влияет качество воды и требования к ее обработке. Существует большое количество принципиальных методов очистки: аэрирование на ступенчатом аэраторе, отстаивание в горизонтальном отстойнике, известкование, смешивание с известью в вертикальном смесителе, флокулирование ПАА в вихревой камере хлопьеобразование, отстаивание в радиальном отстойнике, аэрирование эжектированием, фильтрование через конические сетки, грубое осветление в песколовках, хлопьеобразование в перегородчатых камерах, осветление в тонкослойных отстойниках, фильтрование на скорых фильтрах, электрокоагулирование, бактерицидное облучение [3]. Все эти методы можно собрать в разные схемы. Каждая схема будет работать наиболее эффективно при определенном качественном составе воды. Однако гарантированное достижение нормативных требований в 0.1 мг/л очень трудно достижимый результат, либо вообще недостижимый результат.

Однако гарантированное достижение нормативных требований в 0.1 мг/л для выше указанных схем либо очень трудно достижимый результат, либо вообще недостижимый результат. Следующее исследование процесса гидролиза железа проводилось в специальной камере аэрирования и очистка воды в ней от

$$0.05 - 0.1 \frac{\text{Mг}}{\text{л}} [4].$$

Fe заметно выше, остаточная концентрация Fe составляет $0.05 - 0.1 \frac{\text{Mг}}{\text{л}}$ [4]. Для достижения наиболее оптимальной скорости очистки и размера оборудования было предложено проводить аэрирование воды в флотационной машине, затем фильтрование через двойную загрузку, включающую слой кварцевого песка толщиной 50 см и более тонкий слой активированного угля для доочистки воды от железа до ПДК.

Установка для очистки сточных вод включает (рис. 1):

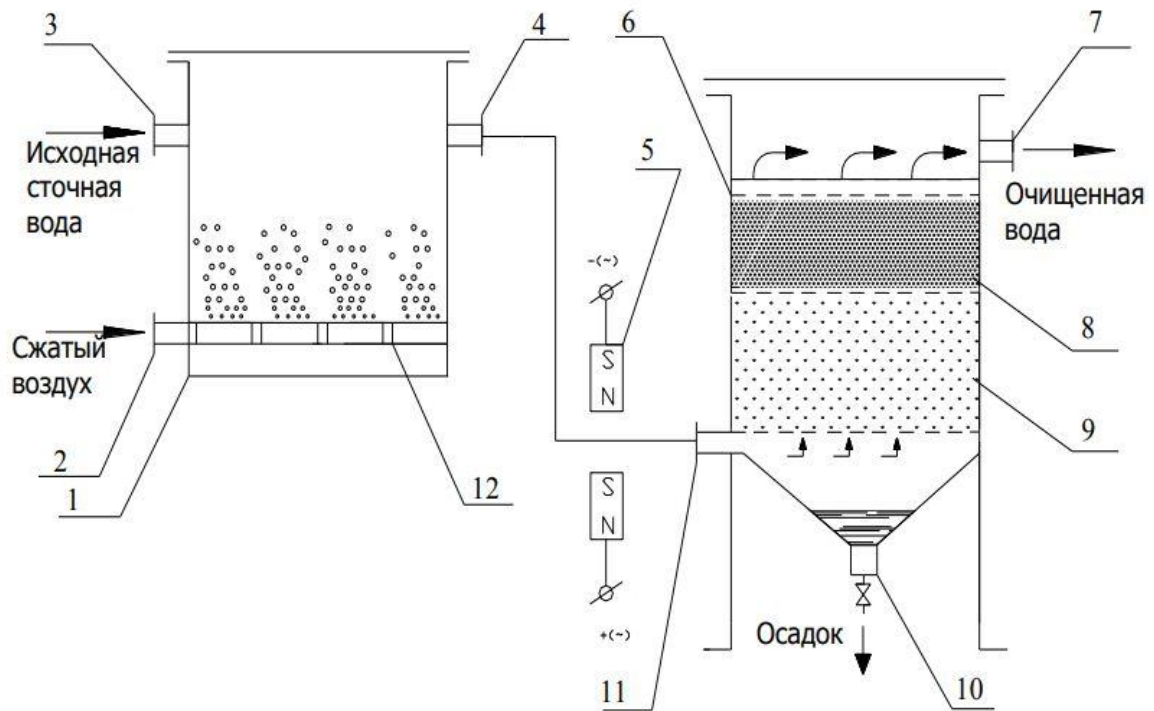


Рис. 1. Схема установки для очистки сточных вод от железа

- 1 - камера аэрации
- 2 - патрубок для подачи сжатого воздуха
- 3 – патрубок для подачи исходной сточной воды
- 4 – выходной патрубок для перепускания воды
- 5 – магнитная сепарация
- 6 – камера фильтрования
- 7 – патрубок вывода очищенной воды
- 8 – фильтрация активированным углем
- 9 – фильтрация слоем песка
- 10 – патрубок вывода осадка из фильтра
- 11 - входной патрубок в камеру фильтровани

Принцип работы: сточная вода через патрубок 3 поступает в камеру аэрирования 1, в эту же камеру поступает сжатый воздух, который выходит в воду через аэратор 12 в виде пузырьков [4]. После аэрирования воды в течение 30–90 мин ионы металлов гидролизуются, образуя гидрооксиды [4]. Далее вода с образовавшимися гидрооксидами железа перепускается через патрубок 4 в узел обработки магнитным полем, где гидрооксиды намагничиваются и

агрегируются в большие флокулы [4]. После воздействия магнитным полем вода поступает через патрубок 11 в рабочее пространство фильтра 6 и, проходя через слой песка 9 и активированного угля 8, очищается до требуемых значений показателей качества [4]. Очищенная вода выводится через патрубок 7. Образующийся осадок загрязнений в виде гидроксидов металлов выводится через патрубок 10 [4].

В заключении можно сказать, что общая ситуация в области очистки шахтных вод движется в положительную сторону, однако есть много нерешенных проблем, таких как низкая эффективность имеющихся технологий и как следствие очищенная вода по своим качественным показателям не удовлетворяет нормативным требованиям на сброс и большие затраты на их эксплуатацию.

Литература:

1. URL: <http://www.vo-da.ru/articles/schahtnye-vody/obrazovanie> (Дата обращения: 11. 09. 2018)
2. URL: <http://ekollog.ru/porodoobrazuyushie-minerali.html?page=3> (Дата обращения: 11. 09. 2018)
3. Фрог Б. Н., Левченко А. П. Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов. М. Издательство МГУ, 1996 г. 680 с; 178 ил.
4. Ксенофонов Б.С., Бондаренко А.В. Комплексная установка для очистки поверхностных сточных вод от железа. Сантехника. 2018, №3, - С. 40-47

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ЦИНКОВАНИЯ

Юсупова Алина Ильдаровна, студент

Желовицкая Алла Всеволодовна, кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: Предложена технологическая схема очистки сточных вод линий цинкования.

Ключевые слова: сточная вода, адсорбция, очистка от металлов

Гальваническое производство связано со сбросом сточной воды, загрязненной тяжелыми металлами. В цехах гальванического покрытия образуются сточные воды, содержащие ионы металлов в количествах, превышающих допустимые концентрации. При нанесении цинкового покрытия образуются сточные воды, содержащие ионы цинка с концентрацией до 20-25 мг/л. Для повышения экологической безопасности сбрасываемой воды необходимо применение оптимальных технологических решений для минимизации вредного воздействия на основе наилучших из доступных технологий (НДТ).

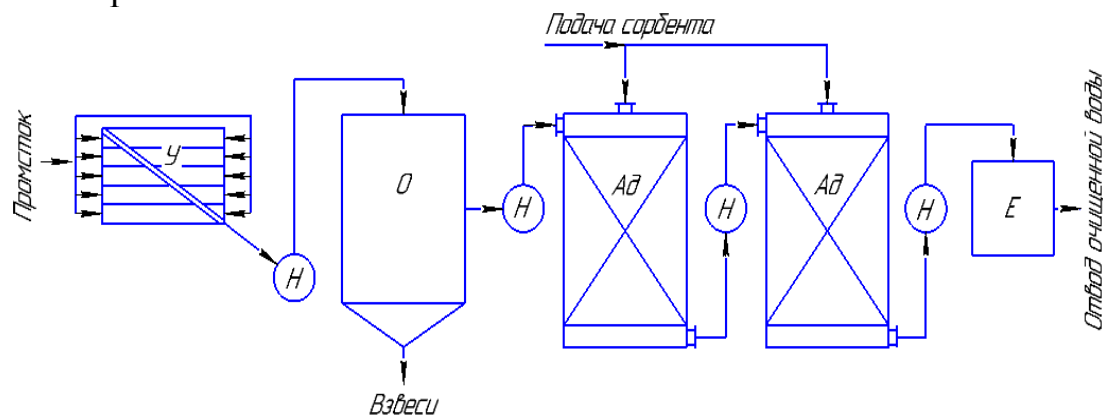
Исходя из анализа НДТ [1] в данной работе для очистки сточных вод гальванического производства от ионов цинка предлагается обратная технологическая схема, состоящая из усреднителя, отстойника и двух сорбционных фильтров. В ходе очистки концентрация ионов цинка сокращается с 5 мг/л до 0,01 мг/л, что соответствует ПДК рыбохозяйственного назначения и позволяет сбрасывать стоки в природные воды.

Адсорбционная очистка сточных вод осуществляется фильтрованием воды через колонну, загруженную слоем адсорбента [2].

Предложенная технологическая схема адсорбционной очистки (рис.1) включает в себя усреднение концентрации загрязняющих веществ (ЗВ), отстаивание взвеси и фильтрацию загрязненной воды через адсорбционные колонны. Сточные воды из промывных ванн гальванической линии цинкования поступают в сборник-усреднитель (У) для усреднения концентрации загрязняющих веществ. В технологическом цикле вода из сборника-усреднителя насосом подается в отстойник (О), где оседают взвеси и сухой остаток, поскольку во избежание забивки адсорбента сточная вода не должна содержать твердых взвешенных примесей. После осаждения взвесей вода насосом подается в адсорбер (Ад). Процесс адсорбции осуществляют путем фильтрования сточной воды через слой плотно уложенного сорбента. Скорость фильтрования зависит от концентрации ЗВ и достигает до 10 м/ч. В качестве адсорбента применяют гранулированный активированный уголь, который укладывают на слой гравия или на решетку.

Процесс очистки в адсорбционных фильтрах с неподвижным слоем загрузки ведут до проскока, после чего происходит выгрузка адсорбента и его регенерация. Для поддержания непрерывного процесса используют несколько фильтров. По такой схеме два фильтра работают последовательно, один из них отключен на регенерацию.

После очистки в сорбционных колоннах очищенная вода подается обратно в промывочные ванны гальванической линии.



У - усреднитель, Н - насос, О - отстойник, Ад - адсорбер вертикальный, Е - емкость для обработанной воды

Рис. 1. Технологическая схема адсорбционной очистки гальванических линий цинкования

После процесса адсорбции вещества из сорбента извлекают десорбцией перегретым водяным паром или нагретым инертным газом. Температура перегретого пара равна 300 °С, а инертных газов 120 - 140 °С. После процесса десорбции пары конденсируют, и загрязняющее вещество извлекают из конденсата. В некоторых случаях для более легкого извлечения из адсорбента адсорбированное вещество переводят в другое вещество путем химического превращения.

Адсорбционная очистка активными углями включает нижеперечисленные технологические операции: подача СВ в адсорбер; фильтрация загрязненной СВ через адсорбент; отделение и вывод очищенной воды из адсорбера; вывод отработанного адсорбента из адсорбера с утилизацией или регенерацией; загрузка в адсорбер чистого адсорбента [3-4].

Самыми распространенными являются адсорберы с неподвижным слоем загрузки, выполняемые в виде металлических колонн из листовой стали.

Литература:

1. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2015. – Москва: Бюро НДТ. – 2015.

2. Юсупова А.И., Желовицкая А.В. Способы обработки воды от металлов: Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – 356 с.
3. Желовицкая А.В., Ермолаева Е.А., Дресвянников А.Ф. Окисление органических соединений с помощью гидроксид-радикала, генерируемого в растворах химическим и электрохимическим методами// Вестник Казанского технологического университета, 2008. – № 6. – С. 211-229.
4. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимическая деструкция ароматических соединений// Вестник Казанского технологического университета, 2014. – Т. 17. – № 9. – С. 262-266.

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN CONSTRUCTION. REUSE IN RECOVERY OF OLD BUILDINGS OF BRICK AND CONCRETE DEBRIS AS CLADDING MORTAR AGGREGATES

João Carmo Fialho^{1,2}, PHD in Architecture, Architect, Engineer, Professor;
António José Morais,^{1,2} Doctor, PHD in Architecture technologies, Engineer,
Professor, Director of the Department of Technologies of Architecture, Design and
Urbanism João Pedro Lam^{1,2}, PHD in Engineering, Professor, Engineer
Svetlana Morais², Architect, Member of CIAUD

¹ Faculty of Architecture of the University of Lisbon (Lisbon, Portugal)

² CIAUD – (Center for Research in Architecture, Urbanism and Design of the Faculty of Architecture of the University of Lisbon)

Abstract: Construction activity generates a large amount of debris. We present a technique to be used in the recovery of old buildings, small pieces of brick and stone aggregates from the demolition of buildings, which increases seismic resistance and promotes environmental sustainability.

Keywords: sustainability, old buildings, recovery, seismic performance.

As part of the Research Project ‘RENEW’ (*Revestimentos Estruturais utilizando Novos Materiais para redução da Vulnerabilidade Sísmica em Edifícios Antigos*), financed by ‘PORTUGAL 2020’, we seek to develop a task using an available technology able to create seismic resistance to the old masonry buildings. This research seeks a solution based in the insertion of polymer ‘lateral dressing’, on both sides of the masonry wall, giving it an extra support, in terms of contention, avoiding disaggregation of the masonry components [1].

The observation of several specific types of old masonry buildings, during the 1999 and 2002 earthquakes, in Turkey and Pakistan, has shown how the old buildings, made of wood structure, with lime mortar containing small pieces of bricks and stones, filling the ‘voids’ in between the timber, had a good performance against seismic activity. These old masonry constructions have shown fissures and cracks, what turned the buildings inoperative, but, with this construction technology, they gave a good contribution to seismic protection for not collapsing, saving human lives [2].

In this ‘RENEW’ Project’s context we seek to identify the understanding of the current phenomenology of the so called ‘*Gaioleiros*’ buildings, a 19th Century technology that succeeded the ‘*Pombalino*’ cage structures. ‘*Pombalinos*’ were built with a wooden cage filled with pieces of bricks and stones aggregate including clay and lime mortar. This technology has proved to be of highly relevant performance, during the earthquake occurrences, within the structural functionality, giving great contribution to dissipate seismic energy. Although ‘*Gaioleiros*’ are also masonry buildings, made of wood structure filled up with clay lime mortar and pieces of bricks, in comparison with buildings of the “*Pombalino*” period they are, as whole, considered to have less strength to the seismic actions [3].

In previous article we present our understanding of the involved phenomenology and the contribution of mortar applied in between timber-laced structure, not just as simple constructive element for decoration, but also to its fulfilment performance, contributing to dissipate energy, when earthquake occurs, due to hysteretic damping [4]. Regarding this kind of seismic dissipating energy, it is possible to reuse this technical procedure on recuperation of old buildings built with walls with an internal wood structure.

In this paper we present a model developed to calculate the quantity of energy dissipated by the clay lime mortar, incorporated with pieces of bricks and bits of stones (aggregates), that filled up the wood structure, what confirms that such clay lime mortar with its chemical properties contribute to energy dissipation. The model presents here calculate this quantity of energy dissipated in a “Pombalino’s vertical truss”.

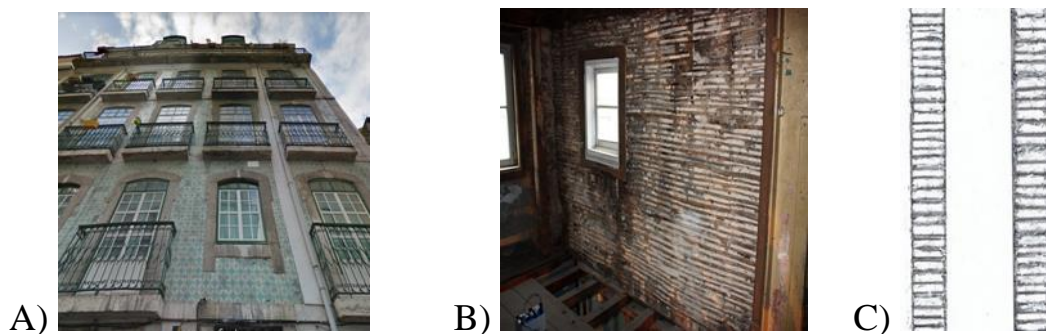


Figure 4. ‘Gaioleiro’ Building under rehabilitation – Rua das Canastras, Lisboa, B): NCREP ‘Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património’ - Image from portfolio.

A): External wall.

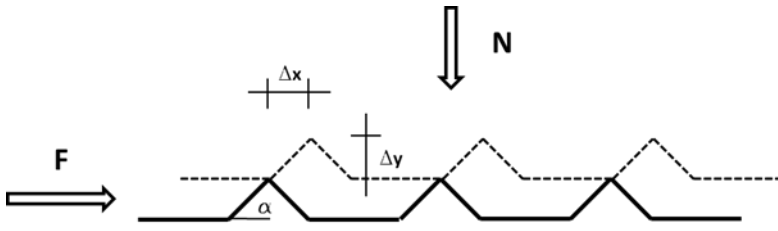
B): Internal wall, ‘timber component’.

C): Partition wall schematic vertical cross section, as shown in B).

C) Left side sketch: Before polymer treatment.

C) Right side sketch: After polymer membrane retrofitting treatment.

As argued previously the masonry infilling of the timber frames of the “frontal” walls contributes to the seismic resistance reserve of the overall structural system with a improved shear strength. Among the characteristics that most influence the shear strength are the internal friction angle and the granular constituents interlocking factor of infill masonry. Another improvement of wall resistance is due to the cohesion of masonry mortar, however in present model this contribution will not be considered due the high dispersion of their values and the degree of cracking they present [4].



So, assuming that the relevant parameter in the characterization of the shear force of an irregular and strongly fragmented masonry is the apparent friction angle ($\phi + \alpha$), where ϕ is the internal friction angle and α is the average angle of interlocking of the slope face of its granular components, the relation can easily be verified:

$$\frac{F}{N} = \text{tg}(\phi + \alpha) \quad (1)$$

From the previous equation the horizontal seismic acceleration can be determined which determines the beginning of the internal displacement of the granular components of the masonry. This acceleration is $a \geq g \times \text{tg}(\phi + \alpha)$, knowing that $F = a \times M$ e $N = g \times M$, wherein g is gravitational acceleration and M the masonry mass of the considered section.

It will be assumed, by simplicity, that the earthquake movement is an MHS characterized by the acceleration a and by an angular velocity w , we will have that the maximum amplitude of the displacement will be given by the expression:

$$\Delta_{\max} = \frac{|a|}{w^2}$$

Continuing to admit that the seismic motion corresponds to the cyclic displacements of an MHS, it can be concluded that during the time unit, the total displacement will

be: $\Delta_{\max} \times \frac{w}{\pi}$.

For the previous conditions, it is possible to establish, from (1), a relation between work done by seismic force and the dissipated energy by friction in the masonry:

$$F \times \Delta_{\max} \times \frac{w}{\pi} = M \times g \times \Delta_{\max} \times \frac{w}{\pi} \times \text{tg}(\phi + \alpha) \Rightarrow E_{\text{Dissipada}} = M \times g \times \Delta_{\max} \times \frac{w}{\pi} \times \text{tg}(\phi + \alpha)$$

The dissipated energy density per unit time will be given by the expression:

$$D_{\text{Dissipada}} = g \times \Delta_{\max} \times \frac{w}{\pi} \times \text{tg}(\phi + \alpha)$$

In masonry, even if they are strongly fragmented, the values for the internal friction angle of less than 15° should not be adopted. As for the coefficient of kinetic friction it is usual to consider 75% of the value of the coefficient of static friction, so it results . For the overlapping angle lets adopt . The value of the apparent friction angle to be adopted will then be 22° . The consideration of this value arises from the need to guarantee a value for the seismic acceleration that is in conformity with the indications of the EC8 for a terrain type C and $T = 0,2$ s.

According to the model previously proposed and for the indicated values the dissipated energy density will be:

$$D_{Dissipada} = 0,16 \text{ J/kg}$$

Will result for masonry specific mass $\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$ a value of the dissipated energy by Under these conditions, in a frontal wall with 4 floors and 12 m of height, the infill masonry would contribute to energy dissipated by friction in the masonry of the order of 5 kJ/s (4 (floors) x 3m (per floor) x 12m (development) x 0.15m (thickness) x $240 \text{ J/m}^3 \text{ s} \approx 5 \text{ kJ/s}$).

In recuperation of older buildings is possible to achieve some energy dissipation with an older technology invented by engineers of “Pombalino Cage”. The mortar, in filling wood structure, inside masonry walls, has a useful construction behavior to dissipate seismic energy. Each vertical truss dissipates about 5 kJ/s.

In recuperation of older buildings is possible to achieve some energy dissipation with an older technology invented by engineers of “Pombalino Cage”. The mortar, in filling wood structure, inside masonry walls, has a useful construction behavior to dissipate seismic energy. Each vertical truss dissipates about 5 kJ/s.

Reverence:

- 1 Morais A, Fialho C, Santos L, “Seismic Energy dissipation in timber laced masonry construction”, Seismic Conference , Taiwan, 2018.
- 2 Longenbach, Randolph, “Understanding What Works: Learning from Earthquake Resistant Traditional Construction”, 2007.
- 3 Mascarenhas J, ‘Baixa Pombalina, Algumas Inovações Técnicas’, 2º ENCORE, LNEC, Lisboa, 1994,
- 4 Mendes-Victor et al, 1993. ‘Anti-seismic analyssis and reinforcement strategies - Stiffness, resistance and ductility alteration’. ‘Gaioleiros’ buildings. Image from Mascarenhas 1997. Civil Engineering Department of Instituto Superior Técnico, University of Lisbon.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, СВЯЗАННЫЕ С ОПАСНЫМИ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ: КАРСТОВЫЕ ПРОВАЛЫ

Нафикова Эльвира Валериковна, кандидат географических наук
Александров Дмитрий Валерьевич, обучающийся

ФГОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет
Аннотация. Статья посвящена рассмотрению чрезвычайных ситуаций и проблем, связанных с карстовыми породами. Разобраны причины развития карстовых пород, их распространенность на территории России и Республики Башкортостан. Рассмотрены различные чрезвычайные ситуации на этих территориях.

Ключевые слова: Геоморфологические процессы, карст, карстовые провалы, чрезвычайные ситуации.

Карст представляет собой совокупность геологических, природных и техногенных процессов и созданные ими формы наземного и подземного рельефа, обязанные своим происхождением растворяющему действию воды на горные породы, к которым относятся известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, каменная и калийная соли, мергели, известковые загипсованные песчаники и др. В результате чего образуются отрицательные западинные формы рельефа на поверхности Земли и различные полости, карры, колодцы, шахты, провалы, воронки, слепые карстовые овраги, долины, поля, карстовые пещеры, подземные карстовые каналы. [1]

Карстовые процессы оказывают большое влияние на все физико-географические условия местности. Они резко изменяют рельеф, изменяют характер и режим подземных и наземных вод.

Опасность карстовых пород заключается в том, что они препятствуют строительству и эксплуатации зданий и различных инженерных сооружений, а также рациональному использованию сельскохозяйственных земель, наносят значительный ущерб населению и хозяйству. Основные виды опасности карста включают: осадку и провалы земной поверхности; деформации сооружений вплоть до их разрушения; потеря воды из водохранилищ через водорастворимые породы бортов и оснований водохранилищ, прорывы карстовых вод в горные выработки и тоннели, их затопление; загрязнение подземных вод. Большие затруднения вызывает также использование карстовых источников для целей водоснабжения. Не говоря уже о трудностях, связанных с сооружением водосборных бассейнов, здесь возникают трудности, связанные с загрязнением воды. Весной, при таянии снегов, воды, поступающие по трещинам и понорам, вызывают помутнение вод карстовых источников. Воздействие человека на природу карстовых областей пока еще очень затруднительно. Однако внимательное изучение карста при планировании сооружений может в большей степени предупредить вредные последствия. В последние годы, благодаря совершенствованию методов

инженерно-геологических изысканий, широкому привлечению различных видов исследований (геофизических, моделирования и др.), разработке строительных норм и критериев оценки степени опасности закарстованных территорий, появилась возможность более объективной оценки степени их устойчивости, обоснованного прогноза местоположения, частоты и размеров провалов. Это позволяет вести строительство даже на территориях недостаточно устойчивых с применением конструктивных мер противокарстовой защиты, а в отдельных случаях осваивать и неустойчивые территории после ликвидации обнаруженных карстовых полостей [1].

На территории России карстующиеся породы различного литологического состава, залегающие как с поверхности, так и на различных глубинах распространены очень широко и занимают почти 50% ее территории. Районы развития карстового процесса имеются во всех федеральных округах. По наибольшей доле таких территорий от всей площади выделяются округа, расположенные в европейской части страны, а в азиатской части — Сибирский федеральный округ. Меньшую долю составляют в Уральском и Дальневосточном округах. Всего в стране опасному воздействию карста подвержено более 300 городов, среди которых такие крупные промышленные центры с населением свыше 1 млн человек как Москва, Нижний Новгород, Самара, Казань, Уфа. Пермь.

Башкортостан - классический регион развития карста, который распространен почти на 50 % его площади. В пределах исследуемой территории выделяются Волго-Уральская, Предуральская, Западно-Уральская, Центрально-Уральская и Магнитогорская карстовые провинции, имеющие различные ландшафтно-климатические, геолого-тектонические и гидрогеологические условия, определяющие характер и масштабы протекания карстовых и суффозионно-карстовых процессов [1].

Проблема строительного освоения закарстованных территорий Республики Башкортостан исключительно актуальна, так как около 72 тыс. км² площади ее закарстовано, а дефицит благоприятных для строительства площадей все более возрастает. Решение проблем инженерной геологии карста направлено главным образом на инженерно-геологическую оценку возможности строительства в карстовых районах и поиски ответов на вопросы: где, когда и как (механизм и масштабы) могут произойти опасные для зданий и сооружений карстовые деформации [1,2].

По данным сборника Института геологии Уфимского научного центра РАН, в Уфе есть все условия для активного развития карстов: широкое распространение хорошо растворимых в воде пород (гипсы, ангидриты, доломиты, известняки) и наличие движущихся подземных вод. Кроме того, на территории города существует много эрозионных врезов – образовавшихся в древности участков слабых грунтов, не выдерживающих высоких нагрузок с поверхности. По данным уфимских геологов, 30-40% деформированных зданий расположены именно в таких проблемных местах. На краю древних эрозионных врезов оказались 5-этажные жилые дома в районе Башкирского

драмтеатра, памятник борцам революции, здание больницы №2, ряд корпусов завода УППО, 9-этажные здания по Уфимскому шоссе и ряд других объектов [4].

За относительно небольшой период в Уфе два крупных объекта попали под угрозу разрушения из-за карстовых явлений. В 2015 году в 9-этажном доме по Уфимскому шоссе, 4 из-за появления опасных трещин пришлось расселять жильцов двух подъездов из четырех. В феврале этого года появилось сообщение, что из-за опасной деформации, связанной с просадкой грунта, будет снесена часть ТСК «Кувыкинский». В конце 2013 года он уже закрывался на капитальную реконструкцию. Но карстовые явления вновь дали о себе знать, и новое обследование показало, что сохранить часть комплекса уже не получится [4].

Серьезные проблемы с устойчивостью также были у автомобильного моста на Затон, расположенного в районе огромной карстово-поглощающей воронки диаметром 600 метров. Из-за слабых грунтов часть его опор, расположенных ближе к Уфимскому полуострову, могла деформироваться и осесть, поэтому несколько лет назад для укрепления грунта под них был закачан специальный бетон. Сложная геология повлияла и на строительство второго Затонского моста, где этот фактор был учтен с самого начала. Как пояснили в возводившем объект Мостотряде №30, из общей суммы расходов на строительство, составившей 4,8 миллиарда рублей, 10-15% ушли на комплекс мер по борьбе с карстом [4].

Помимо крупных обвалов в Уфе происходит множество мелких чрезвычайных ситуаций (в таких районах как: Октябрьский, Советский, Кировский, Калининский). Например, за лето 2017 года в Уфе было зарегистрировано около пятнадцати городских провалов земли (в некоторые из них мог вместиться взрослый человек).

В последние годы, благодаря совершенствованию методов инженерно-геологических изысканий, широкому привлечению различных видов исследований (геофизических, моделирования и др.), разработке строительных норм и критериев оценки степени опасности закарстованных территорий, появилась возможность более объективной оценки степени их устойчивости, обоснованного прогноза местоположения, частоты и размеров провалов. Это позволяет вести строительство даже на территориях недостаточно устойчивых с применением конструктивных мер противокарстовой защиты, а в отдельных случаях осваивать и неустойчивые территории после ликвидации обнаруженных карстовых полостей.

Литература:

1. Абдрахманов Р.Ф., Карст Башкортостана [Текст] /Р.Ф. Абдрахманов, В.И. Мартин, В.Г. Попов, А.П. Рождественский, А.И. Смирнов, А.И. Травкин – Уфа: Российская академия наук уфимский научный центр институт геологии, 2002 г. – 284 с.
2. Абдрахманов, Р.Ф. Гидроэкология Башкортостана [Текст] / Р.Ф. Абдрахманов. – Уфа: Информреклама, 2005. – 344 с.
3. Виктория Куприянова. Автор карты карстовых пустот в Уфе объяснил, куда делась провалившаяся под землю «Лада Калина» [Электронный ресурс] / ВикторияКуприянова – Уфа: [б.и.], 2016. – Режим доступа: <https://www.ufa.kp.ru/daily/26614/3631381/>, свободный.
4. Сергей Николаев. Исследование РБК: Какую проблему для Уфы представляет карст? [Электронный ресурс] / Сергей Николаев. – Электрон. текстовые дан. Уфа: [б.и.], 2017. – Режим доступа: <http://ufa.rbc.ru/ufa/17/02/2017/58ab54c9a7947571c2913c8>, свободный.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Бокиев Боки Рахимович¹, кандидат технических наук, доцент
Умаров Бахтиёр Усмонович¹, ст. преподаватель
Сафаров Бехруз Талбакович¹, ст. преподаватель
Шакатшохи Ахтамзода², магистрант

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Аннотация. В статье приведены основные понятия надежности систем водоснабжения. Показана взаимосвязь задач по надежности систем водоснабжения с текущим состоянием водопроводных сетей и сооружений в Республике Таджикистан. Определены и поставлены задачи для проведения работ с целью достижения надежности системы водоснабжения, и рационального использования средств во время эксплуатации и капитального ремонта системы водоснабжения.

Ключевые слова: надежность, безопасность, водоснабжения, водопроводная сеть, очистные сооружения и др.

Под надежностью системы водоснабжения понимается бесперебойная подача безопасной питьевой воды. Технологические показатели очистки сохраняются в пределах заданного режима и условия технической эксплуатации.

Физический смысл надежности состоит из способности систем водоснабжения, то есть постоянно сохранять свои технологические характеристики в процессе эксплуатации. В то же время, очевидно, что надежность и безопасность водоснабжения зависят от строго соблюдения правила технической эксплуатации систем водоснабжения.

Системы водоснабжения, как известно, представляют собой большой и сложный комплекс элементов, включающий водоприемные сооружения, насосные станции, резервуары, очистные сооружения, водоводы и водопроводная сеть. Надежность функционирования каждого из указанных сооружений в отдельности и всего комплекса в целом является основным условием бесперебойности обеспечения водой населенных мест и промышленных предприятий.

С этой точки зрения системы водоснабжения являются многофункциональными системами, обеспечивающими подачу заданных количеств питьевой воды для различных категорий потребителей (хозяйственно-бытовые нужды населения, технологическое оборудование промышленных предприятий, нужды пожаротушения и др.). В этих условиях для каждой системы потребителей, необходимо строго устанавливать какие технологические параметры следует учитывать при определении надежности водоснабжения. Принято процесс функционирования систем водоснабжения оценивать показателями эффективности или эксплуатационными показателями

качества их работы. За показатель эффективности водоснабжения принимается «выходной эффект» т.е количества воды $Q(t)$ требуемого качества, получаемое потребителем при эксплуатации систем водоснабжения в течении данного интервала времени.

В целом проблема надежности водоснабжения охватывает и широкий круг вопросов, связанных с обеспечением и поддержанием требуемого уровня бесперебойности работы, как отдельных видов оборудования, так и отдельных сооружений входящих в состав систем водоснабжения. Решение проблем надежности включает в общем виде два аспекта:

- * количественное определение степени надежности;
- * обеспечение заданной степени надежности.

По мере развития систем водоснабжения вопрос обеспечения их надежности проходила разные этапы своего развития. Особенностью современного этапа является необходимость, наряду с качественным и количественным решением задач по обеспечению подачи заданных объемов воды, учитывать надежного потребного/требуемого напора и качества подаваемой воды.

Однако, наши наблюдения показывают, что за последние годы качество питьевой воды во многих районах Республики Таджикистан снизилось. Это привело к резкому росту случаев инфекционных заболеваний связанных главным образом с потреблением населением некачественной питьевой воды.

Следует отметить, что качественное решение проблемы безопасности является одним из важнейшим стимулом прогресса в деле организации надежного водоснабжения, и он позволяет:

- организовать надежность в работе основных сооружений водоочистки в системе водоснабжения;
- оценивать эффективность строительства и реконструкции системы водоснабжения, а так же обосновывать выбор инженерных мер по достижению требуемого уровня эксплуатации системы.

Основными задачами, которые решаются с помощью теории надежности при организации водоснабжения являются:

1. Синтез вновь разрабатываемых систем с учетом требований к надежности подачи воды.
2. Обеспечение соответствия надежности эксплуатируемых систем требованиям, которые предъявляют потребители питьевой воды.
3. Выбор и обоснование инженерных мер по обеспечению требуемого уровня надежности водоснабжения.
4. Определение производительности водопроводных сооружений с учетом режима эксплуатации и показателей надежности оборудования, входящего в их состав.

Вышеперечисленный комплекс задач включает, во первых:

- Формулировку требований с целью/для надежной работы отдельных сооружений и системы водоснабжения в целом;

- Оценку надежности работы системы водоснабжения, ее сооружения и сопоставление их со сформулированными требованиями;
- Обоснование мер по достижению расчетного уровня бесперебойности подачи заданных расходов воды при требуемом напоре и качестве.

во вторых:

- обоснование выбора метода оценки и учета количественных показателей надежности при эксплуатации и реконструкции систем водоснабжения. Решение ее позволяет установить продолжительность наработки оборудования между ремонтами, состав запасных инструментов и приборов (ЗИП), а так же сроки осмотров и оснащенность ремонтных бригад службы эксплуатации. Одновременно позволяют, возможность обоснования мер по повышению эффективности реконструируемых систем путем совершенствования схемных решений и улучшения организации эксплуатации.

в третьих:

- выявление наименее надежных сооружений и оборудования, оказывающих определяющие на бесперебойность подачи воды системы;
- Устанавливание оптимального уровня надежности и выбор способов его обеспечения для отдельных сооружений и оборудования;
- Основание необходимости и кратности резерва водоисточников, водозаборов, водоводов и других элементов систем.

в четвертых:

- определение производительности сооружений системы с учетом показателей надежности оборудования и условия его эксплуатации. Определить, в какой мере принятый уровень надежности водопроводных сооружений может влиять на обеспеченность расходов воды, подаваемых потребителям. Задача решается с учетом гидравлических характеристик оборудования и режимов эксплуатации. Ее решение позволяет прогнозировать характер изменения в процессе эксплуатации производительности систем, и обосновывать меры по ее поддержанию на требуемом уровне.

Все эти вышперечисленные задачи особенно усложнились сейчас в переходный период развития нашей экономики.

Сейчас при отсутствии средств на строительство и ремонт водоснабжения, когда в силу целого ряда объективных и субъективных факторов, системы водоснабжения переживают глубокий кризис, и многие сооружения и особенно технологическое оборудование выработали свои ресурсы, надо срочно установить какие сооружения необходимы, ремонтировать в первую очередь с учетом их надежности, затем выбрать их. В силу этого поведение работ по определению надежности систем водоснабжения переходят из разряда представляющего чисто научную информационную или констатирующую ценность, в разряд действительно стратегических задач, подлежащих немедленному и скорейшему решению. Именно для этого и с этих позиций необходимо рассматривать задачи по определению надежностей существующих систем водоснабжения и определению их степени

ответственности и самое главное определению очередности их расчетных показателей для их нормального функционирования.

Для проведения такой важной, ответственной и объемной работы, по определению надежности и безопасности существующих систем водоснабжения, необходимо тесное взаимодействие и сотрудничество эксплуатационных организаций с проектными институтами и высшими техническими учебными заведениями.

Учитывая, что в настоящее время, эксплуатационные организации (водоканалы) в Республике Таджикистан находятся в тяжелых финансовых условиях, вопрос расходования средств должен иметь как никогда технико-экономическое обоснование, на фоне постоянного дефицита средств. Выделяемые инвестиции на техническое обслуживание и реабилитация/реконструкция существующих систем водоснабжения и канализации, становятся невозможным без проведения вышеуказанных работ.

Литература:

1. Журба М.Г., Соколов М.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений Том 1 – М.: Издательство АСВ 2003. – 288с.
2. Ромейко В. С. Еще раз о трубопроводах жилищно-коммунального комплекса России // Трубопроводы и экология. 2002. № 1.
3. Бобылев Л. М. Аварии в жилищно-коммунальном хозяйстве // Сантехника. 2003. № 6.
4. Храменков С.В., Примин Г.О., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих систем. - М.:«ТИМР», 2000 – 179 с.
5. Стратегия развития водного сектора Таджикистана / Министерство мелиорации и водного хозяйства Республики Таджикистан, Офис Программы Развития ООН в Республике Таджикистан, Исполнительный Комитет Международного Фонда спасения Арала. -Душанбе, 2006г. -С.35-36 www.undp.tj/files/reports/waterstrategy_rus.pdf

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор;
Ганин Алексей Игоревич, обучающийся
ФГБОУ ВО "Самарский государственный технический университет"

Аннотация: Смазочно-охлаждающие жидкости обладают высокой степенью токсичности и представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. Рассмотрены возможные пути снижения негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие жидкости, классификация, оценка, воздействие, биосфера

В процессе многократного использования СОЖ теряют свои технологические свойства. Основные причины этого: накопление металлических частиц и продуктов термического разложения масел, попадание в СОЖ масел, смазок и специальных жидкостей из гидравлических систем, микробиологическое поражение и др. Возникает необходимость введения новых СОЖ взамен отработанной. Отработанная СОЖ подвергается разложению, утилизации или регенерации с целью снижения ее воздействия на окружающую среду [1-4].

Традиционный подход к снижению воздействия СОЖ на окружающую среду – это их утилизация. Однако утилизация отработанных СОЖ, помимо существенных затрат на ее проведение, не является безопасным процессом. При ее проведении возможно причинение ущерба окружающей среде. Происходит просачивание смазочных материалов в экосистему и загрязнение ее экологически опасными компонентами: полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ); полидифенилами, в основном полихлордифенилами (ПХД) антропогенного происхождения; серо- и хлорсодержащими присадками; биоцидами; органическими соединениями металлов (свинца, бария, сурьмы, цинка); нитритами. Все они распространяются в атмосфере, воде, почве, попадают в пищевые цепи и продукты питания.

Помимо этого, утилизация отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей является достаточно дорогостоящим мероприятием, поскольку постоянно увеличиваются расходы, связанные с соблюдением существующих экологических требований. В настоящее время экономическая эффективность и защита окружающей среды должны быть одинаково приоритетны. Это становится особенно очевидным, когда из-за непредвиденно нанесенного ущерба окружающей среде необходимо затратить значительные денежные средства на мероприятия по очистке.

Альтернативой является отказ от использования СОЖ. В настоящее время можно выделить три основных пути развития исследований в данной области:

замена СОЖ на экологически чистые материалы, обработка без использования СОЖ, обработка с минимальным количеством СОЖ (см. рис. 1).



Рис. 1. Возможные пути снижения воздействия СОЖ на человека и биосферу

Проведенная авторами систематизация показывает, что основными методами и средствами снижения токсичного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду являются:

- использование малотоксичных и биоразлагаемых СОЖ, в т.ч. на основе природных материалов (рапс и др.);
- внедрение методов механической обработки без использования или с использованием минимального количества СОЖ;
- использование установок для удаления масляного тумана, дыма и запахов;
- автоматизированное проектирование и моделирование экологических свойств создаваемых СОЖ на основе разработанных методик ранжирования и оценки СОЖ по их токсикологическим и другим характеристикам;
- совершенствование процесса утилизации СОЖ;
- повторное использование СОЖ;
- очистка смазочно-охлаждающих жидкостей как во время производственного процесса, так и при простаивании оборудования (в т.ч. использование сепараторов);
- обезвреживание отработанных СОЖ и др.

Проведенные анализ и систематизация существующих методов и средств снижения токсичного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду позволили установить, что все известные на сегодня мероприятия по снижению токсического воздействия СОЖ можно разбить на две большие группы: минимизация использования СОЖ и предотвращение загрязнений и методы мониторинга и переработки СОЖ.

При этом мероприятия, направленные на минимизацию использования СОЖ и предотвращение загрязнений от них, позволяют обеспечивать принципы экологически чистого производства еще на стадии его подготовки, а методы мониторинга и переработки СОЖ – в процессе функционирования основных технологических операций.

Работа выполнена по заданию Министерства образования и науки РФ №5.7468.2017/БЧ на выполнение НИР "Разработка научных основ и

обобщенной теории мониторинга, оценки рисков и снижения воздействия токсикологических загрязнений на биосферу".

Литература:

1. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предприятий машиностроения и методы его снижения. «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, Октябрь – Декабрь 2006 г. т.8, №4 (18), с. 1171-1176.
2. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Снижение негативного воздействия смазывающих охлаждающих жидкостей. В научно-методическом и информационном журнале "Безопасность в техносфере", №1, январь-февраль 2008, с. 40-43.
3. Хамидуллова Л.Р., Васильев А.В. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техносферной безопасности. В сб. трудов II международного экологического конгресса (IV международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT-2009, г. Тольятти, 24-27 сентября 2009 г., изд-во Тольяттинского государственного университета, т.4, с. 290-295.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ ШУМА
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА В КВАРТАЛЕ В-4
«РЕКОНСТРУКЦИЯ К.502Б ПРОИЗВОДСТВА
НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ С ЦЕЛЬЮ
УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ» ПАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»**

Васильев Владислав Андреевич, обучающийся

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор;

Яговкин Николай Германович, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО "Самарский государственный технический университет"

Аннотация: Смазочно-охлаждающие жидкости обладают высокой степенью токсичности и представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. Рассмотрены возможные пути снижения негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу.

Ключевые слова: шум, воздействие, оценка, исследование

Развитие научно-технического прогресса сопровождается значительным ростом объемов промышленного производства. В связи с этим резко возрастает негативное воздействие на окружающую среду при работе промышленных предприятий. Поэтому возникает необходимость качественного управления экологическими процессами промышленных предприятий. При этом следует учитывать, что в современных условиях резко возросло воздействие физических факторов (шума, вибрации, электромагнитных, тепловых, световых, ионизирующих и др.) на селитебную территорию и работников промышленных предприятий. При проектировании новых объектов строительства, а также при реконструкции и техническом перевооружении существующих производств необходимо уделять внимание оценке воздействий не только таких факторов, как загрязнение воздуха, загрязнение гидросферы, но и группе физических факторов: шуму, вибрации, электромагнитным полям, ионизирующим излучениям, природной радиации и др., так как воздействие повышенных уровней физических полей представляет серьезную опасность для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому необходимо разработать экологическое обоснование, выявить и оценить воздействия физических полей при намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и человека.

Таким образом, при реконструкции и строительстве производственных объектов необходимо обследование производственной площадки строительства с целью выявления соответствия физических факторов гигиеническим нормам с целью предотвращения нанесения ущерба здоровью человека и биосфере.

В современных условиях воздействие акустических полей на селитебную территорию и человека, в том числе в условиях производства на работников промышленных предприятий может приводить к крайне негативным последствиям для здоровья работников предприятий, населения и

экологического благополучия территории. В ряде работ показано, что воздействие повышенных уровней шума представляет серьезную опасность для здоровья человека и окружающей среды [1-4 и др.]. Поэтому при проектировании и строительстве производственных объектов необходимо проведение исследований на соответствие шума установленным санитарно-гигиеническим нормам с целью предотвращения нанесения ущерба здоровью человека и биосфере.

Воздействию повышенных уровней шума в условиях современного промышленного города, по некоторым оценкам, подвергается каждый второй горожанин [2-4]. Мощным источником шума в условиях территории жилой застройки являются промышленные предприятия, особенно в том случае, если они расположены вблизи жилых кварталов, а также автотранспортные потоки. Уровень шума в городах возрастает ежегодно в среднем на 0,5-1,0 дБА в год [3, 4]. Эта тенденция сохраняется, несмотря на ужесточение норм по шуму. Через волокна слуховых нервов раздражение шумом передается в центральную и вегетативную нервные системы, а через них воздействует на внутренние органы, приводя к значительным изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения, повышенную психическую утомляемость, вызывая тем самым ухудшение здоровья человека. В целом можно говорить о шумовой болезни как общем заболевании всего организма с преимущественным поражением слуха и нервной системы.

В целом можно говорить о развитии профессионального заболевания, связанных с воздействием шума: тугоухости, а также о негативном воздействии этих факторов на окружающую среду в случае превышения их нормативных значений. Именно тугоухость и виброболезнь удерживают лидерство среди других профессиональных заболеваний в условиях производства [1-4].

Объектом исследований является квартал В-4 «Реконструкция к.502б производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности» и физические загрязнения, создаваемые в данной зоне реконструкции.

Территориально площадка реконструкции располагается на территории Ставропольского района Самарской области. Тольятти. Ближайшим населенным пунктом является село Васильевка, жилые дома которого находятся на расстоянии не менее 2 км от площадки реконструкции.

Следует отметить, что оценки воздействия шума для строящегося объекта ранее не проводилось. Таким образом, необходимым является проведение исследований по определению и оценке на соответствие установленным гигиеническим требованиям воздействий шума в зоне реконструкции производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности ПАО "КуйбышевАзот" и составлению карт шума, позволяющих наглядно судить о степени экологической опасности объекта и соответствии нормативным требованиям охраны труда.

Для оценки воздействия по шуму необходимо провести акустическое обследование зоны строительства, провести расчет уровней звука, создаваемого при работе строящегося производства, на ближайшие жилые дома и сделать заключение о соответствии обследуемого участка экологическим требованиям по шуму.

Методика проведения измерений шумовых характеристик селитебной территории должна учитывать вид источника шума и характер шумовой нагрузки на территории жилой застройки.

Шум, создаваемый при работе строящегося производства, является непостоянным, колеблющимся во времени. Для такого рода шума согласно ГОСТ Р ИСО 9612-2013 "Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерения на рабочих местах" [9], установлены следующие основные требования к проведению измерений:

1. Время оценки шума T в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебной территории следует принимать днем - непрерывно в течение 8 часов, ночью - непрерывно в течение 0,5 часа (в наиболее шумные периоды суток).

2. Измерение непостоянного шума следует проводить в периоды времени оценки шума T , которые охватывают все типичные изменения шумового режима в точке оценки. Продолжительность каждого измерения непостоянного шума T_m в каждой точке должна составлять не менее 30 мин.

3. Отсчет уровней звука прерывистого шума, уровни звука которого остаются постоянными в интервалах длительностью менее чем 0,5 мин, а также колеблющегося во времени и импульсного шума следует производить с интервалами от 5 до 6 с.

4. Измерение уровней звука (октавных уровней звукового давления) помех (шумов, которые не подлежат измерению) должно производиться в тех же точках и в то же время, что и уровней звука (октавных уровней звукового давления) измеряемого шума. Следует учитывать поправки на влияние помех в соответствии с ГОСТ.

5. При проведении измерения шума аппаратура не должна подвергаться воздействию вибрации, магнитных и электрических полей, радиоактивного излучения и других неблагоприятных факторов, влияющих на результаты измерения.

6. Измерение шума на селитебной территории не должно проводиться во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра свыше 1 до 5 м/с следует применять экран для защиты измерительного микрофона от ветра.

7. Значения уровней звука колеблющегося во времени и импульсного шума следует принимать по показаниям стрелки прибора в момент отсчета.

8. Значения уровней звука (октавных уровней звукового давления) следует считывать со шкалы прибора с точностью до 1 дБА (дБ).

9. Измерительный микрофон должен быть направлен в сторону основного источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего

измерение. В случае, если в помещении невозможно определить основной источник шума, ось микрофона должна быть направлена перпендикулярно поверхности пола.

10. Переключатель частотной характеристики измерительной аппаратуры при проведении измерения уровней звука следует устанавливать в положение «А», а при проведении измерения октавных уровней звукового давления - в соответствии с инструкциями к этим приборам.

11. Переключатель временной характеристики измерительной аппаратуры должен быть установлен в положение «медленно» при измерении постоянного и прерывистого шума, в положение «быстро» при измерении колеблющегося по времени шума и в положение «импульс» при измерении импульсного шума.

12. За максимальный уровень звука при проведении измерения шума шумомерами следует принимать наибольшее значение уровня звука за период измерения шума T .

При проведении измерений в качестве измеряемого параметра для измерений в соответствии с требованиями ГОСТ следует использовать уровни звука в дБА (одночисловые показатели). Измерения следует проводить в дневное время в рабочие часы.

В качестве общей характеристики шума на рабочих местах применяется эквивалентный уровень звука в дБА. Предельно допустимой величиной эквивалентного уровня звука является 80 дБА. После проведения инструментальных замеров шума определяется класс условий труда по гигиеническим критериям оценки и классификации условий труда.

Для проведения измерений использовался анализатор шума и вибрации "Ассистент", заводской номер 209815, поверенный Самарским ЦСМ (свидетельство о поверке № 168602/123842-2017, действительно до 27 октября 2018 г.).

Анализатор шума и вибрации "Ассистент" предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней звука, уровней звукового давления в октавных и третьоктавных полосах частот с целью оценки влияния звука и инфразвука на человека на производстве, в жилых и общественных зданиях, определения акустических характеристик машин и механизмов, а также научных исследований.

Класс точности – первый (по ГОСТ 17187, МЭК 60804, МЭК 61260). Погрешность измерений шумомера в нормальных условиях применения для плоской волны частотой 1000 Гц и уровнем 94 дБ, распространяющейся в опорном направлении (ортогональном плоскости мембраны микрофонного капсюля) в условиях свободного акустического поля, на характеристике S не превышает $\pm 0,7$ дБА.

Прибор удерживает максимальные и минимальные значения среднеквадратичных уровней за все время измерения.

С использованием анализатора шума и вибрации "Ассистент" были проведены измерения в 15 точках в квартале квартале В-4 «Реконструкция

к.502б производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности» ПАО "КуйбышевАзот" в дневное время. Для каждой из точек продолжительность каждого измерения составляла не менее 15 минут.

Результаты измерений в каждой из точек были оформлены в виде протоколов измерений, включающих дату, время и место проведения измерений, номера точек измерения и цифровые данные отсчетов уровней звука в измеренной точке. Протоколы результатов измерений эквивалентных уровней звука, спектральных и других характеристик звука в 15 точках квартала В-4 «Реконструкция к.502б производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности» ПАО "КуйбышевАзот" представлены в приложении №2.

Измеренные уровни шума с точки зрения воздействия на окружающую среду оценивались в соответствии с гигиеническими требованиями, установленными действующими санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (основного нормативного документа) с нормативными значениями должны сопоставляться результаты измерения шума в той точке помещения или территории, где получены наибольшие значения определяемых уровней звука. Нормируемыми параметрами непостоянного шума является эквивалентные уровни звука L_{Aeqv} .

В соответствии с п. 5.4 СП 51 13330.2011 шумовыми характеристиками источников внешнего шума являются: - для промышленных и энергетических предприятий с максимальным линейным размером в плане до 300 м включительно - эквивалентные уровни звуковой мощности $L_{wэkv}$ и максимальные уровни звуковой мощности $L_{wмакс}$ в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63-8000 Гц и фактор направленности излучения в направлении расчетной точки Φ ($\Phi = 1$, если фактор направленности не известен). Допускается представлять шумовые характеристики в виде эквивалентных скорректированных уровней звуковой мощности $L_{wAэkv}$, дБА, и максимальных скорректированных уровней звуковой мощности $L_{wAмакс}$, дБА;

- для промышленных зон, промышленных и энергетических предприятий с максимальным линейным размером в плане более 300 м - эквивалентный уровень звука $L_{Aэkv.гр.}$, дБА и максимальный уровень звука $L_{Aмакс.гр.}$, дБА, на границе территории предприятия и селитебной территории в направлении расчетной точки;

- для внутриквартальных источников шума - эквивалентный уровень звука $L_{Aэkv}$ и максимальный уровень звука $L_{Aмакс}$ на фиксированном расстоянии от источника.

Согласно п.9 таблицы 3 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, школ, библиотек и др. установлены следующие допустимые эквивалентные и максимальные уровни звука (для дневного времени):

$$L_{A \text{ экв}} = 55 \text{ дБА}; \quad (5)$$

$$L_{A \text{ макс}} = 70 \text{ дБА}.$$

Для шума в ночное время (с 23.00 до 7.00 согласно п.9 таблицы 3 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, школ, библиотек и др. установлены следующие допустимые эквивалентные и максимальные уровни звука (для дневного времени):

$$L_{A \text{ экв ноч.}} = 45 \text{ дБА}; \quad (6)$$

$$L_{A \text{ макс ноч}} = 60 \text{ дБА}.$$

Шум на рабочих местах не должен превышать 80 дБА.

Анализ результатов измерений показывает, что наибольшее значение по эквивалентному уровню звука было зафиксировано в точке № 12. Оно достигает величины 57,5 дБА, что удовлетворяет санитарным нормам.

В соответствии с п. 5.1 СП 51 13330.2011 основным источником шума в зданиях различного назначения является технологическое и инженерное оборудование.

В соответствии с п. 5.2 СП 51 13330.2011 шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования должны содержаться в его технической документации и прилагаться к разделу проекта «Защита от шума». Следует учитывать зависимость шумовых характеристик от режима работы, выполняемой операции, обрабатываемого материала и т.п. Возможные варианты шумовых характеристик должны быть отражены в технической документации оборудования.

Анализ шумовых характеристик технологического и инженерного оборудования на площадке квартала В-4 «Реконструкция к.502б производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности» ПАО "КуйбышевАзот" при запуске реконструированного производства в эксплуатацию, проведенный на основании представленной технической документации, изучения используемого производственного оборудования и характера выполняемых технологических процессов, показывает, что максимальные значения уровня звука, создаваемого на обследуемой производственной площадке, не будут превышать 80 дБА.

Согласно требованиям СП 51 13330.2011 акустический расчет должен производиться в следующей последовательности:

- выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;
- выбор точек в помещениях и на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетных точек);
- определение путей распространения шума от источника (источников) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за

счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.);

- определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках;
- определение требуемого снижения уровней шума на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми значениями;
- разработка мероприятий по обеспечению требуемого снижения шума;
- поверочный расчет ожидаемых уровней шума в расчетных точках с учетом выполнения строительно-акустических мероприятий.

Акустический расчет следует проводить по уровням звукового давления L , дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц или по уровням звука по частотной коррекции «А» L_A , дБА. Расчет проводят с точностью до десятых долей децибела, окончательный результат округляют до целых значений.

Проведем расчет уровней звука, создаваемого при работе реконструируемого производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности ПАО "КуйбышевАзот" и прилегающей территории, на ближайшие жилые дома Центрального района городского округа Тольятти и села Васильевка Ставропольского района Самарской области, по уровням звука по частотной коррекции «А» L_A , дБА.

Уровень звука на открытом воздухе в точке наблюдения зависит от характеристик источника (спектр излучаемой мощности, характеристика направленности), от расположения точки наблюдения относительно источника, поверхности земли и других объектов, от влияния земли и погодных условий. При расчете будем принимать следующие допущения:

1. Имеем переменный шум, оцениваемый по $L_{ев}$.
2. При наложении нескольких звуковых волн p_i средний квадрат суммарного звукового давления определяется равенством $p_{сум}^2 = \sum p_i^2$ (некогерентность; энергетическое суммирование). Такое пренебрежение слагаемыми $2p_i p_j$ (эффектами интерференции) обычно оправдано при широкополосном шуме и усреднении по времени.
3. Источники звука считаются точечными (их размеры малы по сравнению с расстоянием до точки наблюдения).
4. Точка наблюдения находится в дальнем звуковом поле источника.

Уровень звукового давления (дБ), создаваемого точечным источником на расстоянии r (в м) от него в однородной среде без поглощения, вдали от препятствий, равен:

$$L(r) = L_p + 10 \lg \Phi - 20 \lg r - 10 \lg \Omega, \quad (7)$$

где L_p - уровень звуковой мощности источника (или уровня звука), дБ (дБА);

Φ - фактор направленности источника для направления на точку наблюдения;

$\Omega = 4\pi$ - полный пространственный угол (в стерadiansах), в который излучается звук, $10\lg 4\pi = 11$.

В ряде работ показано, что уровень звука из формулы (7) спадает на 6 дБ при удвоении расстояния r от источника ($20\lg 2 = 6$) за счет геометрического расширения области, в которую распространяется звуковая энергия [1, 3]. Рассчитаем изменение уровня звука от точек с наибольшими значениями звука и наиболее близко расположенных к жилым домам при распространении в жилую зону Центрального района городского округа Тольятти и села Васильевка Ставропольского района Самарской области.

Расстояние r от источника будем условно принимать за 2,5 км. Результаты расчетов показывают, что превышение нормативов не наблюдается.

Литература:

1. Борьба с шумом на производстве. Справочник под ред. Е.Я. Юдина. - М.: Машиностроение, 1985. - 399 с.
2. Васильев А.В., Розенберг Г.С. Мониторинг акустического загрязнения селитебной территории г. Тольятти и оценка его влияния на здоровье населения. В журнале "Безопасность в техносфере", №3, май-июнь 2007, с. 9-12.
3. Vassiliev A.V. Transport Noise Influence to the Housing Estates of Togliatti City: History and Recent Results. Proc. of the Italian Scientific-Technical Conference "Rumore nei Trasporti" (Atti e Documenti della III Giornata di Studio sull'Acustica Ambiente), Florence, Italy, February 26, 2004. pp. 126-130.
4. A.V. Vassiliev. Recent Approaches To Environmental Noise Monitoring And Estimation Of It Influence To The Health Of Inhabitants. Proc. of 14th International Congress on Sound and Vibration, Cairns, Australia, 9-12 July, 2007. P:8.

ДИНАМИКА МИКРОБНОГО УГЛЕРОДА В РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПАХ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Вершинин Анатолий Андреевич, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник;

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией;

Кузнецова Татьяна Васильевна, научный сотрудник

Каримуллин Ленар Камилович, младший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань

Аннотация. Изучено изменение содержания микробного углерода в двух разновидностях серых лесных почв в условиях длительного нефтяного загрязнения. Не обнаружено ингибирующего действия нефтепродуктов на микробное сообщество серых лесных почв. Микробный потенциал светло-серой лесной почвы несколько выше потенциала серой лесной почвы.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, серая лесная почва, светло-серая лесная почва, микробный углерод, микробная биомасса.

Углерод микробной биомассы (Смик) является значимым эколого-физиологическим показателем, характеризующим состояние микробного пула почв [1]. Несмотря на сравнительно небольшое содержание Смик (1-4%) в составе органического вещества почвы, этот пул играет исключительно важную роль в круговороте биогенных элементов и трансформации веществ различной природы. Одной из главных причин устойчивости почвы к неблагоприятным факторам, исследователи считают наличие в ней «избыточной биомассы» в сочетании с «избыточным» же видовым разнообразием [2,3]. Определение содержания Смик позволяет объективно оценить состояние почвенной микробиоты в конкретный временной момент, а также установить, насколько успешно происходит восстановление функционирования микробного пула в условиях воздействия различных поллютантов.

Цель исследований -изучение динамики микробного углерода различных подтипов серой лесной почвы в условиях длительного воздействия нефти.

Объектом исследований служили серая лесная среднесуглинистая (Сл) и светло-серая лесная тяжелосуглинистая (Ссл) почвы. Содержание гумуса в Сл почве составляло - 2,7%, в Ссл - 6,3%. Образцы чистой почвы загрязняли тяжелой сернистой нефтью Ямашинского месторождения Республики Татарстан, таким образом чтобы получить варианты содержавшие 5, 10, 15 и 20% нефти. Длительность модельного эксперимента составила 4 года. Для определения содержания микробного углерода использовали метод субстрат-индуцированного дыхания (Vсид). Содержание Смик вычисляли по методу [4].

В исходной чистой Ссл почве содержание Смик превосходило содержание Смик в Сл почве. На протяжении 4 лет величина Смик чистой

(контрольной) Сл почвы варьировала в интервале 181,48-294,26 мкг С/г, чистой Ссл почвы от 190,32 до 321,67 мкг С/г (см. рис.1).

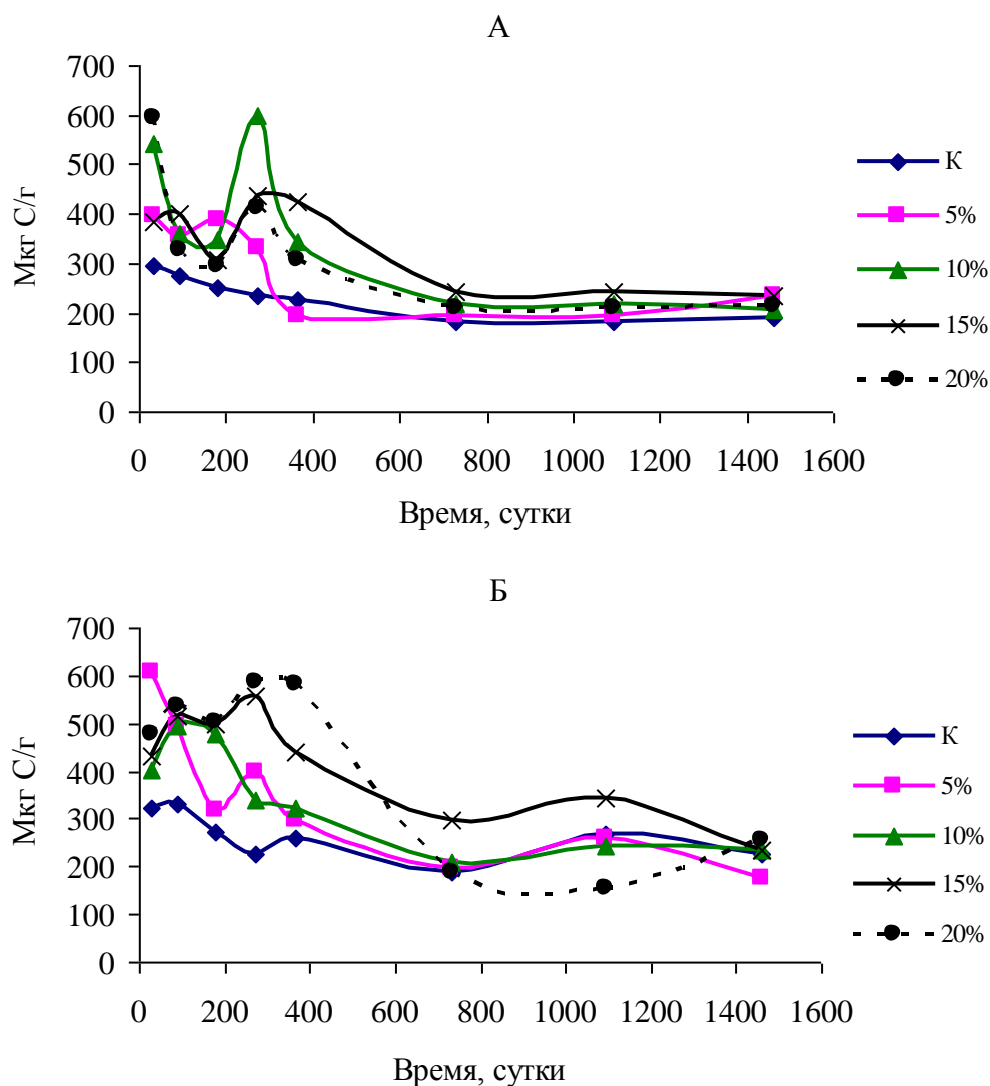


Рис. 1 Динамика Смик в чистых и загрязненных нефтью Сл (А) и Ссл (Б) почвах.

Внесение нефти, сопровождалось закономерным увеличением микробной массы почв. В Сл почве на 30-сутки инкубации содержание Смик увеличивалось во всем диапазоне испытанных концентраций загрязнителя. Наибольший рост Смик установлен для максимальной концентрации загрязнителя (20%). Для каждой концентрации загрязнителя выявлен свой пик содержания Смик. Время наступления максимума данного параметра было различным. При минимальной испытанной концентрации нефти (5%) максимум Смик регистрировался на 180-сутки. Для прочих концентраций несколько позднее – на 270 сутки после загрязнения. Очевидно, при более «низком» содержании загрязнителя быстрее исчерпываются запасы вносимого с нефтью легкодоступного органического углерода. Вслед за этим содержание Смик во всех вариантах опыта неуклонно снижалось. Скорость уменьшения содержания Смик находилась в обратной зависимости от исходной дозы нефти. По

истечении 730 суток инкубации содержание Смик в почвах стабилизировалось и до конца опыта оставалось на уровне, незначительно отличающимся от контроля. Существенно то, что в испытанном диапазоне концентрации поллютанта (5-20%), не выявлено ингибирующее действие нефти на микробное сообщество Сл почвы. Исключение составил вариант 5% исходного загрязнения, в котором на 360 сутки опыта наблюдали кратковременное снижение Смик до уровня ниже, чем в контрольной почве (рисунок, А).

Динамика Смик загрязненной нефтью Ссл почвы носила сложный характер и существенно отличалась от таковой Сл почвы (рисунок, Б). Максимумы содержания Смик для отдельных вариантов опыта обнаруживались в иные по сравнению с Сл почвой сроки. На ранней фазе загрязнения наибольшее содержание микробной массы в Ссл почве фиксировали для варианта 5%, тогда как в Сл почве в этот период максимум биомассы выявлялся при 20% исходном загрязнении. В течение первого года инкубации содержание Смик в Ссл почве значительно превосходило его концентрацию в Сл почве, означая больший потенциал микробного сообщества Ссл почвы.

Значительно отличались изменения пула Смик почв по истечении 2-х лет нахождения в условиях нефтяного загрязнения. В Ссл почве для вариантов 5, 10 и 20% в этот период содержание Смик было ниже, чем в контрольной почве, тогда как в Сл почве этот феномен не обнаруживался. Пониженное содержание Смик в Ссл почве может быть обусловлено либо истощением источника органического углерода, либо токсичным действием вторичных метаболитов, образующихся в процессе трансформации углеводородов.

Таким образом, установлено отличие динамики Смик в различных подтипах загрязненных нефтью серых лесных почв. В целом, не обнаружено ингибирующего действия нефти на микробный пул серых лесных почв. Микробный потенциал Ссл почвы несколько выше потенциала Сл почвы. По истечении 4-х лет инкубации опытных образцов исследуемых почв содержание Смик в них существенно снижалось, но оставалось на уровне несколько превышающем показатели контрольных почв.

Литература:

1. Сусьян Е.А., Ананьева Н.Д., Гавриленко Е.Г., Чернова О.В., Бобровский М.В. Углерод микробной биомассы в профиле лесных почв южной тайги // Почвоведение.- 2009.- №10.- С. 1233-1240.
2. Петров А.М., Каримуллин Л.К., Кузнецова Т.В., Вершинин А.А., Хабибуллин Р.Э. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества //Вестник Казанского технологического университета - 2014.- Т17.- № 23. - С. 356-359.
3. Полянская Л.М., Звягинцев Д.Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатели экологического состояния почв // Почвоведение. - 2005. - №6.- С. 706-714.

4. Anderson T.-H., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem.,- 1978. - V.10.- №3.- P.215-221.

**РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ОБРАТНО-ОСМОТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ РУЛОННОГО ТИПА**

Галиакбарова Регина Маратовна, обучающийся
Мальцева Светлана Александровна кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. Определены такие показатели аппарата рулонного типа как проницаемость на входе разделяемого раствора в аппараты обратного осмоса $G_H=1,67 \cdot 10^{-3}$ кг/(м·с); проницаемость по воде $G_O=103$ кг/(м²·с); селективность составила $\varphi=0,959$; рабочая поверхность мембран в одном элементе $F_Э=0,8$ м², $F_a=28,8$ м²; расход фильтрата $L_Ф= 4,26$ кг/с; Эффективность очистки солей жесткости установкой обратного осмоса составила 96%.

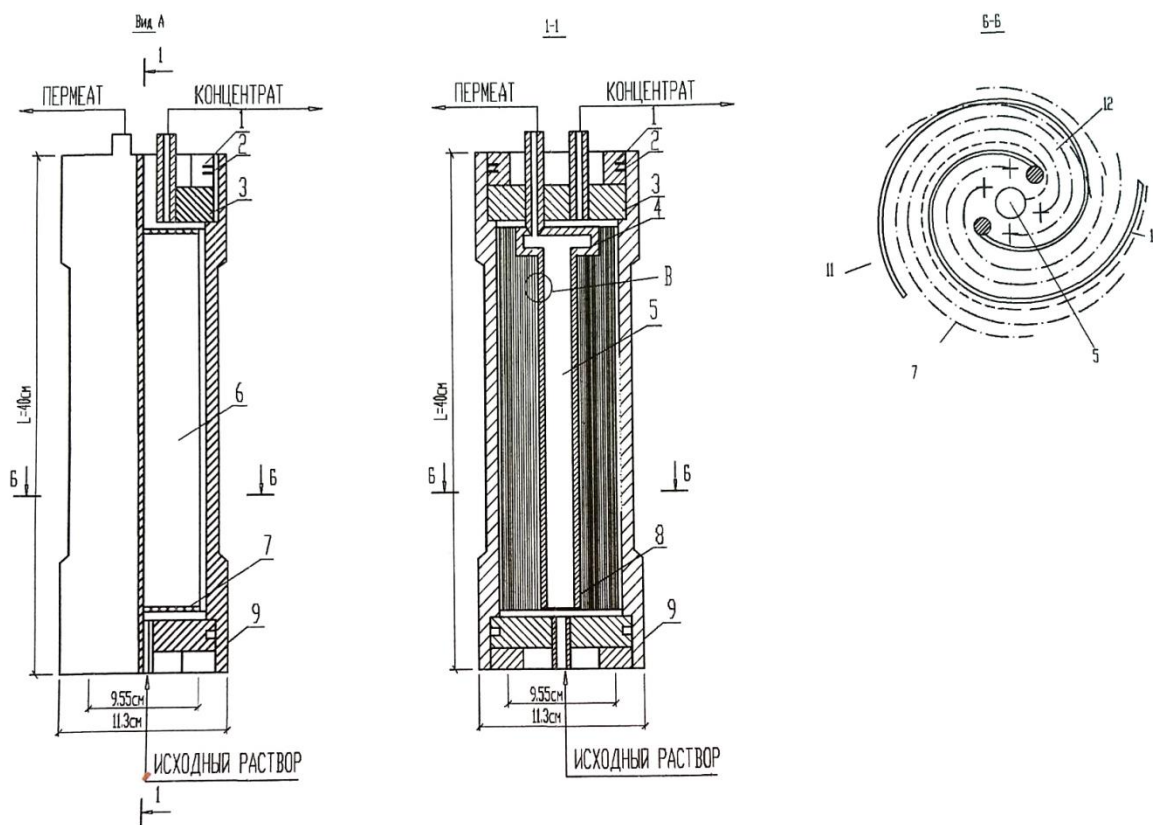
Ключевые слова: водоподготовка, осмос, мембранный модуль рулонного типа, фильтрующие элементы.

Обеспечение техногенной безопасности предприятия ТЭЦ важная задача, наряду с инженерной защитой гидросферы и атмосферы [1-4] и инженерной защитой, направленной на предотвращение загрязнения окружающей среды отходами [5, 6].

Объектом исследования является солесодержащая речная вода, направленная на водоподготовку для дальнейшего использования на предприятии ТЭЦ. На основании изучения научно-технической литературы в области обеспечения экологической безопасности [7 – 10] выбрана мембранная технология водоподготовки, включающая наряду с горизонтальным отстойником, фильтром комбинированного типа установку обратного осмоса.

Природные воды центральных областей России характеризуются повышенным содержанием солей жесткости, соединением железа и органических веществ. Водоподготовка поможет предотвратить коррозию на внутренних поверхностях нагревательных элементов котла и минимизировать рост расходов топлива, т.к. накипь является плохим проводником тепла.

Предложена технологическая схема водоподготовки, включающая горизонтальный отстойник, фильтр комбинированного типа, установка обратного осмоса и система обеззараживания обессоленной воды при помощи раствора медного купороса (0,001 мг/м³). Водоподготовка на предприятии ТЭЦ позволяет снизить концентрации взвешенных веществ в 7,5 раз, концентрацию общей жесткости в 7,2 раза, концентрацию железа (Fe^{+3}) в 9,5 раз. Производительность системы 200-300 м³/ч.



1 -упорные кольца; 2 -уплотнительные кольца; 3 -торцевые пробки;
 4 -камера сбора фильтрата; 5 -фильтратоотводящая трубка; 6 -мембранный
 модуль; 7 - рамка; 8 -пробка; 9 -корпус; 10 -сетка-сепаратор; 11 -дренажный
 слой; 12-мембрана.

Рис. 1 – Схема устройства аппарата рулонного типа

Конструктивные параметры фильтрующего элемента составляют: $L=400$,
 $d=113$, $N_m=500$. Согласно расчету технологических параметров обратно-
 осмотического модуля рулонного типа [9]:

1. Рабочая поверхность мембран в одном элементе:

$$F_{\text{Э}} = 2l_{\text{П}}l_{\text{М}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ м}^2,$$

где $l_{\text{П}}$ – длина пакета, $l_{\text{М}}$ – длина модуля;

2. Внутренний диаметр аппарата (равный внешнему диаметру рулонного
 модуля):

$$d_a = \sqrt[3]{(4S_a/\pi)} = 4 \cdot 9,9 \cdot 10^{-3} / 3,14 = 0,113 \text{ м},$$

где S_a – общее сечение аппарата, м^2 ;

3. Средняя проницаемость мембран :

$$G = (G_{\text{Н}} + G_{\text{К}}) / 2 = ((2,52 + 1,67) / 2) \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}),$$

где $G_{\text{Н}}$ – проницаемость разделяемого раствора на входе в аппарат;

$G_{\text{К}}$ – проницаемость разделяемого раствора на выходе из аппарата;

Тогда рабочая поверхность мембран F равна:

$$F = L_{\text{Ф}} / G = 4,25 / 2,09 \cdot 10^{-3} = 2032 \text{ м}^2,$$

при расходе фильтрата $L_{\text{Ф}} = 4,25 \text{ кг}/\text{с}$;

4. Общее число аппаратов в мембранной установке:

$$n = F/F_a = 2032/28,8 = 70,5 = 71;$$

5. Селективность мембраны:

$$\varphi_k = \lg((1-\varphi)/\varphi) = (U/2,3\beta) + (\lg(1-\varphi_n)/\varphi_n)$$

где U — скорость движения раствора по направлению к мембране, вызванного отводом фильтрата; β — коэффициент массоотдачи растворенного вещества от поверхности мембраны к ядру потока разделяемого раствора, $\varphi_k = 0,959$.

Таким образом, определены такие показатели как проницаемость на входе разделяемого раствора в аппараты обратного осмоса $G_H = 1,67 \cdot 10^{-3}$ кг/(м·с); проницаемость по воде $G_O = 103$ кг/(м²·с) 2,78; селективность составила $\varphi = 0,959$; рабочая поверхность мембран в одном элементе $F_{\text{э}} = 0,8$ м²; расход фильтрата $L_{\text{ф}} = 4,26$ кг/с; Эффективность очистки установки обратного осмоса составила 96%.

Литература:

1. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. выбор и обоснование рациональной очистки сточных вод производств синтетических полимеров и пластических масс // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – №14. – С. 131-133.
2. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. Стабилизатор полиолефинов фенолят никеля как вторичное сырье, получаемое при очистке гальванических стоков сернисто-щелочным отходом производства моторных масел // Вестник Казанского технологического университета, 2015.– Т.18.– №3. – С. 101-103.
3. Мингазетдинов И.Х., Григорьева И.Г., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. Проектирование рациональной системы вентиляции для очистки воздуха производственных помещений от полимерной пыли // Вестник Казанского технологического университета, 2014. –Т.1 – №5.– С. 194-197.
4. Кулаков А.А., Мальцева С.А. Кузнецова О.Н. К вопросу о механизме осаждения ионов меди(ii) в процессе гальванокоагуляционной очистки медьсодержащих сточных вод // Вестник Казанского технологического университета, 2016.– Т.19. – №21. – С. 17–21.
5. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих способов утилизации и переработки отходов полимеров // Вестник Казанского технологического университета, №10/2013, с.163-169.
6. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих способов утилизации и переработки отходов полимеров // Вестник Казанского технологического университета, №10/2013, с.223-226.
7. Тунакова Ю.А., Чудакова О.Г., Галимова А.Р., Габдрахманова Г.Н. Хроматографический анализ с использованием полидивинилбензола на содержание анионов в питьевой воде // Вестник Казанского технологического университета.– 2013.– Т. 16.– № 1.– С. 54-56.

8. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10 - 2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов», 2015. - 395 с.
9. Николаев Г.И. Барометрические процессы. Теория и расчет. — М.: Химия, 2007. — 272 с.
10. Ляликов Ю.С. Мембранная технология в промышленности. — К.: Техника, 1990. — 247 с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ МАРКОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Горленко Надежда Владимировна, аспирант
Тимофеева Светлана Семеновна, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»

Аннотация: Буровая площадка выступает в качестве потенциального неорганизованного источника загрязнения природных вод, воздействующего на поверхность речных бассейнов. Рассмотрено воздействие на поверхностное и подземные воды Марковско нефтегазоконденсатного месторождения.

Ключевые слова: нефтегазоконденсатное, сточные воды, подземные воды.

Марковское нефтегазоконденсатное месторождение находится вблизи села Марково, в 100 км к Северо-Востоку от г. Усть-Кута и в 60 км к Юго-Западу от города Киренска Иркутской области Российской Федерации. Общие запасы нефти составляют 20 млн тонн. Оператор – Иркутская нефтяная компания (ИНК).

Охарактеризуем технологический процесс в аспекте его влияния на водные объекты и поверхность их водосбора. Бурение скважин состоит из следующих технологических процессов, разделенных во времени по этапам.

Первый этап. Подготовительные работы (земляные работы);

Второй этап. Строительно-монтажные и демонтажные работы.

На третьем этапе производится бурение и крепление скважины.

На четвертом этапе производится освоение скважины.

Как видим, технология бурения скважин исключает организованное воздействие на водные объекты, поскольку отсутствуют организованные сбросы сточных вод в их русла. В основном, особенно на первом этапе, происходит неорганизованное воздействие на водосборную территорию водных объектов [1].

Естественный характер подстилающей поверхности в зоне строительства (грунт, газон), а также рельеф изменяются, что в свою очередь сказывается на интенсивности и составе поверхностного стока с этой территории, питающего водные объекты. Земляные, строительно-монтажные работы изменяют характер растительного и почвенного покрова. На участке строительства изменяется характер покрытия территории, почвенный покров в результате движения строительной техники уплотняется, что вместе со снятием растительного покрова создает условия для активного выноса взвешенных веществ с территории ведения строительных работ. Однако, повышение содержания взвешенных веществ в поверхностных водах, и, соответствующее этому увеличение мутности воды – в речных водах данной территории не произойдет

Этому способствует два объективных фактора: залесенность речных водосборов, а для р. Большая Тира, расположенной в районе месторождения – благоприятная удаленность от зоны ведения строительных работ. Таким образом, воздействия, оказываемые на водную среду при строительстве объектов, сводятся в основном, к следующему:

- загрязнению водосборной поверхности в результате неорганизованного выноса (сброса) загрязняющих веществ с территории строительства;
- нарушению естественного поверхностного стока.

Для восстановления поверхности водосборов рек по окончании строительных работ организуют горнотехническую и биологическую рекультивацию. При штатном режиме работы в процессе строительства эксплуатационных скважин Марковского НГКМ образуются 3 категории сточных вод и отходы бурения.

Сточные воды при строительстве скважин утилизируются следующим образом:

- хозяйственно-бытовые воды – собираются в гидроизолированные накопители (выгребная яма (биотуалет) и накопитель от бани и столовой) с последующей утилизацией на установке по очистке сточных вод;
- буровые сточные воды – первоначально сохраняются во временном технологическом гидроизолированном земляном амбаре или запасных емкостях и по мере накопления, откачиваются и вывозятся на установки подготовки нефти;
- поверхностный сток (дождевые и талые воды) – предполагается практически полностью использовать в оборотном водоснабжении, в основном, для ликвидации зон поглощений и для обезвреживания отходов бурения, а также для мытья бурового оборудования.

Образующиеся при строительстве скважин отходы бурения поступают в соответствующие приемные емкости, сброс их на поверхность водосборов рек строго контролируется и запрещается.

После окончания буровых работ наблюдательные скважины не ликвидируются, а включаются в наблюдательную сеть контроля над качеством подземных вод. На территории должен осуществляться гидрохимический мониторинг природных вод.

Воздействие на поверхностные воды при аварийных ситуациях. Как указывалось выше, при рассматриваемом виде деятельности, возможны:

1. Выход содержимого технологического амбара в результате нарушения его герметичности относится к частым аварийным ситуациям (частота > 1). Мероприятиями, предупреждающими данное загрязнение грунтов и грунтовых вод на буровой площадке, являются: обваловка и гидроизоляция амбара. Кроме того, для избежания загрязнения почвогрунтов и подземных вод при разгерметизации технологического амбара необходим контроль герметичности амбара. После заполнения амбара отходами бурения происходит отбор проб воды. Данные сопоставляются с фоновыми значениями, а также фиксируется наличие или отсутствие притока и величины уровней жидкости в скважинах.

Сравнение полученных данных позволяет сделать заключение о степени герметичности амбара. В процессе строительства скважины на площадке 1 раз в три месяца производят отбор проб воды из контрольных скважин, они анализируются и сопоставляются с фоновыми данными. В случае обнаружения негерметичности противофильтрационного экрана проводятся работы по его ремонту или сооружению нового амбара.

2. Открытое фонтанирование скважины вызывается превышением пластового давления над забойным. Эта авария относится к возможным авариям, с частотой – 10^{-2} – 10^{-4} . При моделировании аварийной ситуации примем, что фонтанирование скважины происходит в течение 6 часов. Указанное время определено как предельное, в течение которого проводятся оперативные мероприятия по ликвидации фонтана (согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 № 613, с изменениями и дополнениями к нему, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации № 240 от 15.04.2002, время локализации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов на почве должно составлять не более 6-ти часов).

Средний свободный дебит скважины на данном месторождении составляет $1276,0 \text{ м}^3/\text{сут}$. Количество излившегося за 6 ч. вещества составит $1276 / 4 = 319 \text{ м}^3$. Излившаяся водонефтегазовая эмульсия попадет на площадку в пределах обваловки. Загрязнению углеводородами в этом случае подвергнутся грунты и грунтовые воды.

Рассмотрим, данное событие, как наиболее неблагоприятное, с проливом нефтегазовой эмульсии при нарушении обваловки, вокруг кустовой площадки скважины, с истечением нефтяного потока вниз по уклону рельефа, до русла ручья Глубокий – удаленного от кустовой площадки на 300 м.

На всех стадиях ликвидации аварии с момента возникновения до полной ликвидации ее последствий должен соблюдаться баланс между массой M вылившейся нефти при аварии и распределением ее по компонентам окружающей природной среды с последующим соблюдением баланса между массой M излившейся при нефти и собранной $M(\text{сб})$ и безвозвратно потерянной $M(\text{б.п.})$ нефти:

$$M = M(\text{б.п.}) + M(\text{сб}),$$

$$M(\text{б.п.}) = M(\text{в.п.}) + M(y) + M(i)$$

где $M(\text{в.п.})$ – масса нефти, впитавшейся в почву;

$M(y)$ – масса нефти, попавшей в водный объект;

$M(i)$ – масса испарившихся углеводородов нефти.

Расчет массы разлитой на поверхности водного объекта нефти ($M(p)$) по балансу ее количества производится по формуле

$$M(p) = M - M(\text{в.п.}) - M(i)$$

Масса нефти, достигшей водного объекта, соответственно, рассчитывается по формуле:

$$M(y) = M - M(i) - M(\text{в.п.});$$

Как указывалось выше, объем излившейся нефти за 6 часов аварии составит 319,0 м³ (М). Данное количество нефти попадет при аварии на водосборную поверхность безымянного ручья. При моделировании ситуации принято, что разлив нефтепродуктов произошел в сухой теплый период года, на открытую поверхность почвы (механический состав – средний и тяжелый суглинок), коэффициент нефтеемкости суглинистого грунта при 40 % влажности примем равным 0,21. Средняя глубина пропитки грунта нефтью примем 0,10 м. Нефтезагрязненное пятно при моделировании представлено шириной в среднем 0,7 м.

Согласно расчетам, выполненным по «Методике определения ущерба окружающей среде при авариях на магистральных нефтепроводах» масса испарившихся летучих низкомолекулярных углеводородов нефти составит (М_и) – 0,36 м³; масса нефти, впитавшейся в почву (М_{в.п.}), при площади нефтенасыщенного грунта (F_{гр}) равной около 210,0 м², составит 4,41 м³; таким образом, нефть, излившаяся при аварии в количестве 319 м³, достигает водного объекта, удаленного от места аварии на 0,3 км в объеме 314,23 м³ (257,67 т).

При попадании такого количества нефти в русло ручья, имеющего слабую разбавляющую способность, уровень загрязненности нефтепродуктами на этом участке русла будет характеризоваться как «экстремально высокий» (согласно РД 52.24.643–2002, при концентрации нефтепродуктов от 50 ПДК и выше). Данная авария возможна при разрушении обваловки вокруг буровой площадки. Рассмотрим мероприятия по предотвращению аварий:

Если обваловка площадки скважины выполнена с соблюдением всех необходимых правил и не нарушена, при подобных аварийных ситуациях буровые сточные воды и нефть попадут на поверхность почвогрунтов в пределах обваловки площадки. Необходим постоянный контроль за сохранностью обваловки, особенно после весеннего и летне-осеннего паводков. Залужение ее многолетними травами. В противном случае, возможны ее порывы и выход потоков нефти (в случае аварии) вниз по течению до ближайшего тальвега.

При аварийных разливах нефти на почву необходимо предусмотреть обвалование участков территории разлива и удаление нефти при помощи специальной техники: бульдозера, экскаватора, самосвалов, тракторов, оборудованных танками для сбора нефти, насосами. В качестве вспомогательных средств, которые могут задержать распространение нефти, используются сорбенты: торф, полимерные материалы, древесные стружки, опилки, песок. Сорбирующие вещества, насыщенные нефтью и другими загрязнителями, удаляются с поверхности почвы и используются в качестве топлива или отвозятся в места захоронения отходов.

Литература:

1. Калинин В.М. Формирование техногенного фона нефтяных углеводородов природных вод нефтегазовых месторождений // Вестник Тюменского

- государственного университета. – № 7. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2010. – С. 137-146.
2. Нефть и связанные с ней проблемы экологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.irkutskoil.ru/upload/documents/HSE/public-comment/184.17-П-ООС-01.pdf>
3. Муслимов Р. Х. Инновации и широкая модернизация нефтегазового сектора – объективная необходимость современного развития России. // Георесурсы. – 2014. – № 1 (56). – С. 3 – 10.
4. Кожухова О. С. Нефтегазовый комплекс России: состояние и направления развития. Вопросы экономики и права. – 2011. – № 7. – С. 174–177.

О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕХОДА НА МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ ISO 45001

Иванова Ольга Андреевна, обучающийся
Дюпина Дария Анатольевна, обучающийся
Новикова Юлия Алексеевна, обучающийся
Лисин Владимир Алексеевич, преподаватель
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Изучен процесс перехода к новому стандарту ISO 45001 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда – Требования и рекомендации по применению»

Ключевые слова: Системы менеджмента, сертификат ISO 45001, спецификация OHSAS 18001, стандартизация

В условиях современной экономики и освоения человеком техносферы, происходит непрерывное развитие промышленных отраслей. Такое развитие не оставляет в стороне вопросы, связанные с проблемой повышения безопасности труда. На сегодняшний день наблюдается увеличение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, а так же периодическое возникновение крупных техногенных аварий и катастроф, с различной степенью тяжести их последствий. OHSAS 18001:2007/ ГОСТ Р 54934-212 устанавливает требования к системе менеджмента безопасности труда и охраны здоровья и позволяет организации разработать и реализовать политику в области охраны труда, а так же достигнуть целей по обеспечению безопасности труда и охраны здоровья [1,2].

В 2012 году международной организацией по стандартизации ISO было принято решение, что стандарты систем менеджмента должны иметь общую структуру, содержащие: единую Структуру верхнего уровня (High Level Structure–HLS) и схожий текст и терминологию [5,6]. На основании этого решения стандарты ISO плавно превращаются в части одного большого конструктора, в комплексе своих сочетаний, значительно увеличивающих производительность предприятий. Однако только OHSAS 18001 несколько отличался от остальных стандартов и не в полной мере сочетался с ними. Для решения этой проблемы организации ISO пришлось разработать новый стандарт, который получил название ISO 45001 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда – Требования и рекомендации по применению». Он полностью заменит собой OHSAS 18001:2007. Новый стандарт будет легко сочетаться с последними разработками международной организации по стандартизации в области общего менеджмента качества (ISO 9001), экологического менеджмента (ISO 45001), менеджмента энергоэффективности (ISO 50001) и многими другими стандартами [5]. Его внедрение пройдет по тем же принципам, и исходя из этого, например, компания, которая прошла процесс

внедрения ISO 9001, уже не столкнется с новыми проблемами, разбираясь в принципах системы менеджмента производственной безопасности.

На сегодняшний день разработка стандарта ISO 45001 идет в соответствии с изначальным планом, по которому, в начале этого года, а если конкретнее, то в марте 2018 года, «окончательный проект» стандарта был опубликован. Однако издание окончательного проекта не является окончательным документом нового стандарта, выход финальной версии которого запланирован на октябрь. В предшествующем ISO 45001:2018 стандарте OHSAS 18001 делался упор на непрерывный контроль за качеством охраны труда на предприятии. Однако новый стандарт включает принципы, которые позволят отделам производственной безопасности и охраны труда самостоятельно совершенствовать качество своей работы. Такие принципы должны помочь избавить предприятия от необходимости внедрять различные новые стандарты производственной безопасности в течение длительного периода времени. Иными словами, внедренный и рационально реализуемый ISO 45001 будет улучшать себя сам.

Целью системы управления в данном стандарте является обеспечение основы для управления и риски и возможности. А так же целью и предполагаемыми результатами системы управления охраной труда являются предотвращение производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, и обеспечение безопасных и здоровых рабочих мест. Таким образом, перед получением сертификата для любой организации крайне важно устранить опасности и свести к минимуму риски, связанные с охраной труда, путем принятия эффективных профилактических и защитных мер.

Внедрение системы управления охраной здоровья и безопасности труда, соответствующей новому стандарту, дает возможность организации управлять рисками и улучшить ее показатели. Система управления охраной труда может помочь организации выполнить не только ее юридические требования, но и другие вопросы в жизнедеятельности организации.

В основе подхода нового стандарта ISO 45001, как и в OHSAS 18001 лежит цикл «Планируй-Делай-Проверяй-Корректируй» (PDCA), который требует сотрудников организации проявления лидерских качеств, приверженности и обязательного участия, вне зависимости от занимаемых ими должностей и выполняемых обязанностей [4].

Ключевые особенности стандарта:

- определяет требования к системе управления охраной труда и промышленной безопасностью и дает указания по ее использованию, а также непрерывно улучшая ее производительность.
- применим к любой организации, которая желает создать, внедрить и поддерживать систему управления охраной труда, минимизировать опасности и риски, совершенствовать систему управления охраной труда (далее – СУОТ).
- помогает организации достичь желаемых результатов в своей СУОТ: непрерывное улучшение показателей, выполнение требований законодательства и других требований; достижение целей в безопасности труда

и охране здоровья.

- применим к любой организации, независимо от ее размера, типа и рода деятельности. Он применим к рискам, связанным с охраной труда, которые находятся под контролем организации. При этом учитываются такие факторы, как условия, в которых организация осуществляет свою деятельность, а также потребности и ожидания ее работников и других заинтересованных сторон.

- не устанавливает конкретных критериев эффективности СУОТ и не предписывает ее разработку.

- не затрагивает такие вопросы, как качество продукции, ущерб имуществу или воздействие на окружающую среду, помимо рисков для работников и других соответствующих заинтересованных сторон.

- может быть использован полностью или частично для систематического улучшения СУОТ [3].

Стандарт ISO 45001 был разработан так, чтобы он хорошо взаимодействовал с другими стандартами группы ISO систем менеджмента, для слаженной работы внутри организации. Эти требования включают структуру высокого уровня, идентичный основной текст и общие термины с основными определениями, предназначенными для пользователей, внедряющих несколько стандартов системы управления ISO.

Новый стандарт не содержит требований, специфичных для других субъектов, таких как требования к качеству, социальной ответственности, окружающей среде, безопасности или финансовому управлению, хотя его элементы могут быть согласованы или интегрированы с элементами других систем управления.

Этот документ содержит требования, которые могут быть использованы организацией для внедрения системы управления охраной труда и оценки соответствия. Организация, желающая продемонстрировать соответствие данному стандарту, может сделать это путем:

- самоопределения;
- запрашивать подтверждение своего соответствия сторонами, заинтересованными в организации, например клиентами;
- получить подтверждение собственного заявления от внешних организаций;
- получение сертификации / регистрации своей системы управления охраной труда внешней организацией [4].

Система менеджмента определена в ИСО 45001 как «Совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации для установления политики, целей и процессов для достижения этих целей» [5,6]. Элементы системы включают в себя следующее: организационную структуру, распределение ответственности и полномочий, планирование и управление производственными процессами, оценку результатов, достигнутых в ходе работы системы и ее улучшение.

В системе менеджмента присутствуют такие процессы, которые напрямую связаны с основной деятельностью организации, а также те, которые объединены с функционированием системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны здоровья (определение опасностей и рисков, определение целей в области профессиональной безопасности и охраны здоровья, внутренний аудит системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны здоровья и т.п.). Иными словами чего бы не коснулась деятельность организации, того же и касаются элементы системы. Чтобы система менеджмента профессиональной безопасности и охраны здоровья была эффективной, ее элементы должны быть применимы ко всем процессам на всех этапах, от принятия решений высшим руководством и перенаправления ее к следующему звену цепочки процессов и т.д.

Не смотря на то, что близится выход нового стандарта, сертификаты, выданные по старому, не потеряют своей актуальности. Однако с момента вступления в силу российского ГОСТа, соответствующего ISO 45001 выдача сертификатов OHSAS прекратится. Так же на замену старых сертификатов новыми будет действовать определенный период времени, а если точнее, то ровно три года с момента публикации.

Таким образом, на данный момент по-прежнему возможно получение сертификата OHSAS 18001 совершенно беспрепятственно. Кроме того, получение этого сертификата заложит хорошую базу для последующего внедрения нового стандарта ISO 45001, что значительно упростит процесс перехода.

Литература:

1. ГОСТ Р 54934-2012/ OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.
2. Управление охраной труда. Новые требования к специалисту по охране труда: учебное пособие для студентов вузов/ Б.В. Севастьянов, Р.О. Шадрин, В.А. Лисин, Е.Б. Лисина; под общ. ред. проф. Б.В. Севастьянова. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2017. – 224 с.
3. Методология и терминология международного стандарта ISO 45001:2018 «Системы управления охраной труда. Требования с указаниями по применению»: статья/ Г. З. Файнбург – Москва: журнал «Безопасность и охрана труда» (№2, 2018).
4. Проект международного стандарта ISO/DIS 45001, URL: [http://www.pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-dis-45001-2016-\(rus\).pdf](http://www.pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-dis-45001-2016-(rus).pdf) (дата обращения: 23.09.2018 г.).
5. Международной организации ИСО по стандартизации [электронный ресурс] URL: <https://www.iso.org/ru/news/ref2272.html>
6. Перминова О.М. Направления модернизации профессиональной подготовки кадров для региона//Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 8. С. 66-74.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ

Лисин Владимир Алексеевич, преподаватель
Мушкинская Дарья Сергеевна, обучающийся
Тухбатуллин Тимур Ринатович, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Статья затрагивает проблему своевременного обнаружения пожаров на территории Российской Федерации, имеющей жилые деревянные постройки.

Ключевые слова: способы обнаружения возгораний, пожары, тепловидение.

Пожары в России ежегодно уносят тысячи жизней, по статистике на 100 тысяч населения 6.5 человек становятся жертвами пожаров. За последние годы наиболее резонансными пожарами стали бедствия в торговом центре «Пассаж» (г. Ухта, погибли 25 человек, десять человек получили ожоги и травмы), ночном клубе «Хромая лошадь» (г. Пермь, погибло 156 человек), торговом центре «Адмирал» (г. Казань, погибли 19 человек и 61 человек получили ранения), в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» (г. Кемерово, погибло 60 человек, в том числе 41 ребёнок)[1].

По статистике 80% пожаров в России происходит в жилых помещениях, гибель людей от дыма и огня происходит в 90% случаях, поэтому вопросы обнаружения пожара на ранней стадии его возникновения являются важной задачей безопасности. Существует множество научно-технических решений и разработанных комплексов в областях научных, технических и организационных задач [2,3].

Возникновение пожаров в доме, происходит, как правило, по вине людей из-за неосторожного обращения с огнем, шалости детей, печного отопления и неисправной электропроводки. Вследствие пожаров наносится существенный урон экономике предприятий и организаций [4,5]. Наличие легковоспламеняющихся, синтетических материалов, а также предметы бытовой техники увеличивает не только возможность возникновения пожара, но и делает даже самое незначительное возгорание опасным для жизни по причине выделения ядовитых веществ [6].

Современные средства и методы включают в себя противопожарные системы и оборудование обнаружения пожара на ранней стадии. К техническим средствам обнаружения пожара относятся автоматические датчики, которые позволяют обнаружить первичные признаки возгорания. Они должны размещаться в соответствии с утвержденным планом по степени фактического риска. При возникновении возгорания это оборудование должно срабатывать автоматически или вручную, для предотвращения распространения огня и его тушения.

Пожарный датчик представляет собой преобразователь контролируемого параметра очага возгорания в другой вид, используемый в системе пожарной сигнализации, а именно является преобразователем энергии [7].

Таблица 1

Типы пожарных извещателей

Тепловой извещатель	Дымовой пожарный извещатель	Извещатель пламени	Газовый извещатель	Ручной пожарный извещатель	Комбинированный извещатель
<p>Тепловые датчики подходят для использования в жилых домах, торговых и развлекательных центрах, цехах, открытых площадках. Они входят в комплектацию пожарной сигнализации. Их устанавливают в зонах, где в случае возникновения пожара возможно выделение значительного количества теплоты.</p>	<p>Наиболее распространенный тип пожарного извещателя. Извещатели пожарные дымовые срабатывают при попадании на оптико-электронную камеру датчика мельчайших частичек дыма. От их насыщенности зависит скорость реакции прибора</p>	<p>Извещатель пожарный пламени разработан для выявления очага возгорания на начальной стадии. Чуткий прибор срабатывает раньше традиционного теплового датчика, пока температура в контролируемой зоне не достигла критического значения. Датчики пламени эксплуатируются в помещениях и на больших открытых площадках.</p>	<p>Газовый пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов. Способен предупредить пожар на самых ранних стадиях.</p>	<p>Особенностью ручного пожарного извещателя, является сторонняя активация устройства. Данный тип оповещения срабатывает только после нажатия аварийной кнопки или рычага.</p>	<p>Комбинированный пожарный извещатель – это пожарный извещатель, реагирующий на два или более фактора пожара.</p>
					

Эти средства предназначены для оповещения людей о возгорании и дальнейшего возможности эвакуации их в безопасные места. Система обнаружения возгорания должна автоматически и быстро реагировать на

появления признаков пожара, а именно: открытый огонь, дым, высокая температура воздуха там, где такого не должно быть [8].

Однако, несмотря на всё развитие технических устройств, они становятся неэффективны, по причине отсутствия юридической поддержки со стороны государства. К сожалению, на данный момент в законодательстве Российской Федерации не существует даже намёка на обязанность домовладельцев устанавливать подобные извещатели у себя в жилье. Так же немаловажно отсутствие экономической возможности поддержания противопожарного состояния жилья, необеспеченность средствами обнаружения и оповещения о пожаре, а так же первичными средствами пожаротушения. Таким образом, получается, что жилой сектор остается незащищенным. И домовладелец сам не хочет защитить себя, совершая самую крупную ошибку, думая, что пожар – это то, что случается с другими, но не с ним. Как же изменить сложившуюся обстановку?

Для решения этих проблем, предлагается установить в жилом секторе тепловизоры. Тепловизоры позволяют человеку увидеть то, что невооруженным глазом невозможно. Инфракрасные камеры фиксируют тепловое излучение и передают точные данные о температуре объекте при этом, не контактируя с ним. Каждый объект, температура которого выше нуля испускает тепловое излучение. Тепловое излучение - это электромагнитное излучение, которое обуславливается возбуждением частиц вещества при соударении в процессе теплового движения или ускоренным движением зарядов.

Для обеспечения противопожарной обстановки в городе подходят два вида - это охлаждаемый и неохлаждаемый, рассмотрим каждый из них. Если сравнивать по стоимости охлаждаемый и неохлаждаемый тепловизор, то цена сильно отличается. Причиной высокой цены охлаждаемого тепловизора является дороговизна полупроводниковых матриц и устройств охлаждения до сверхнизких температур. Но иногда только такой тепловизор может решить поставленную задачу.

Именно установка тепловизоров в самых высоких точках города позволит отслеживать повышение температуры в жилых домах [9].

С финансовой точки зрения, приобретение и установка тепловизоров обойдется государству в крупную сумму, возможно даже привлечение сторонних инвесторов или выделение средств из государственного бюджета на целевые программы, однако эти затраты сравнительно малы для государства, озабоченного проблемами обеспечения пожарной безопасности в частном секторе и сохранения человеческой жизни.

Литература:

1. URL: <http://www.domostroymedia.ru/articles/publication/> (дата обращения: 22.09.2018).
2. Севастьянов Б.В., Иванов Ю.В. Исследование виброактивности механических систем виброизолирующих установок ковочных

- молотов//Промышленная и экологическая безопасность. 2007. № 6. С. 60
3. Севастьянов Б.В., Гнедин В.М., Селетков С.Г. Способ разделки стрелково-пушечного унитарного патрона// Патент на изобретение rus 2122706 19.09.1996
 4. Севастьянов Б.В., Салтыков А.М., Шадрин Р.О. Прогнозирование числа дней нетрудоспособности пострадавших на производстве в Удмуртской Республике// Вестник ижевского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 131-134.
 5. Севастьянов Б.В., Никешкин В.А., Васильева П.С., Здобяхина Е.А. Анализ причин возникновения несчастных случаев с причинением тяжкого вреда здоровью и смертельными исходами в отраслях экономики Удмуртской Республики (по данным организационно-технических судебных экспертиз)// Промышленная и экологическая безопасность, 2007. № 2. С. 56-59.
 6. Повзик Я. С. Справочник руководителя тушения пожара. М., 2004 г.
 7. URL: <http://ogneborec.su/protivodimnaia/obslyuzivanie/> (дата обращения: 22.09.2018).
 8. URL: <https://businessman.ru/new-osnovnye-prichiny-vozniknoveniya-pozharov-na-proizvodstve-i-v-bytu/> (дата обращения: 22.09.2018).
 9. Ллойд Дж. Системы тепловидения. М.: Мир, 1978.

ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Игонин Евгений Иванович, старший научный сотрудник
Шагидуллин Рифгат Роальдович, доктор химических наук, директор
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. Проанализировано состояние защиты атмосферного воздуха от эмиссии вредных (загрязняющих) веществ, от негативного воздействия при обращении с твердыми коммунальными отходами, предложены пути активизации деятельности в данной сфере.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, атмосферный воздух.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных [1].

Защиту атмосферного воздуха от эмиссии вредных (загрязняющих) веществ, от негативного воздействия при обращении с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) необходимо обеспечивать, прежде всего, за счет совершенствования и внедрения в производство замкнутых безотходных технологических линий.

В процессе обращения с ТКО при полигонном захоронении, компостировании, термической и плазменной переработке в атмосферу выбрасываются вредные (загрязняющие) вещества, оказывая негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Одним из серьезных недостатков полигонного захоронения является то, что образующийся биогаз содержит полиароматические углеводороды и диоксины, которые поступают в атмосферный воздух и распространяются на значительные расстояния. Такие выбросы вредных (загрязняющих) веществ могут в тысячи раз превышать допустимые концентрации подобных веществ в воздухе.

При производстве компоста в атмосферу выделяются газообразные продукты переработки отходов (в некоторых случаях этот газ имеет сильные неприятные запахи попутного сероводорода, ацетальдегидных и меркаптановых летучих соединений). Положительным моментом в данном случае является то, что образовавшийся компост, в дальнейшем, можно использовать в сельскохозяйственной и лесной отраслях.

Основной санитарно-гигиенической проблемой при термической переработке ТКО является образование диоксинов и фуранов, первичным источником которых в топке котла служат отходы, поступающие на сжигание. Помимо прочего, синтез диоксинов происходит непосредственно в термическом реакторе в присутствии хлора и органических веществ, которые в избытке содержатся в ТКО в виде остатков пластмассовых изделий из

поливинилхлорида, электроизолирующих изделий, смазочных материалов и т.п. Установлено также, что одной из причин образования диоксинов служит их «новый синтез» в низкотемпературных участках тракта дымовых газов в присутствии катализаторов, которыми являются частицы летучей золы, металлические поверхности тракта и т.п. [2].

К преимуществам термической переработки ТКО необходимо отнести значительное уменьшение объема отходов, использование энергетического потенциала отходов органического происхождения. Современные технологии позволяют более эффективно использовать этот процесс и получать дополнительно электрическую и тепловую энергию.

Применение технологии плазменного сжигания также обеспечивает высокую температуру горения, что позволяет превратить сжигаемые отходы в газ, который впоследствии используют для получения пара и электроэнергии. Преимуществом высокотемпературного пиролиза является то, что без предварительной подготовки уничтожаются самые разные отходы, нанося минимальный вред окружающей среде.

В Федеральном законе «Об охране атмосферного воздуха» содержится положение, в соответствии с которым «хранение, захоронение и обезвреживание на территориях организаций и населенных пунктов загрязняющих атмосферный воздух отходов производства и потребления, в том числе дурнопахнущих веществ, а также сжигание таких отходов без специальных установок, предусмотренных правилами, утвержденными федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды, запрещается».

В целях защиты атмосферы используют различные способы утилизации биогаза и методы очистки отходящих газов при термической переработке и плазменном сжигании ТКО, известные в мировой практике:

- факельное сжигание, обеспечивающее устранение неприятных запахов и снижение пожароопасности на территории полигона ТКО, без использования в хозяйственных целях энергетического потенциала биогаза;

- прямое сжигание биогаза для производства тепловой энергии;

- использование биогаза в качестве топлива для газовых двигателей и турбин с целью получения электрической и тепловой энергии;

- доведение содержания метана в биогаза (обогащение) до 94 – 95% с последующим его использованием в газовых сетях общего назначения.

Утилизация биогаза в количестве 1 млн. м³ в год (в т.ч. его сжигание) дает снижение выбросов парниковых газов на 8,3 тыс. тонн в СО₂ эквиваленте (до 33,000 т/г) и сокращает потребление угля на 20% [3].

В большинстве развитых стран утилизация биогаза при полигонном захоронении и компостировании стимулируется государством с помощью специальных законов. Однако в России биогазовые технологии не получили широкого распространения, прежде всего, из-за наличия вредных примесей, которые образуются при сгорании, и из-за отсутствия соответствующей нормативной правовой базы.

Для эффективного улавливания диоксинов в современных системах газопылеулавливания применяются:

вброс измельченного активированного угля в поток дымовых газов с последующей его фильтрацией рукавными фильтрами;

каталитические преобразователи для селективного восстановления оксидов азота аммиаком с одновременным окислением диоксинов и фуранов;

адсорберы с активированным углем, коксом или сорбалитом (смесью активированного угля и гидроокиси кальция) для поглощения загрязнителей, получившие название санитарных фильтров.

В целях достижения уровня выбросов диоксинов, не превышающих установленных санитарно-гигиенических нормативов, принципиально важна именно система газоочистки, а не разложение диоксинов при высоких температурах в зоне горения, поскольку при охлаждении дымовых газов в котле при температурах 250 – 400°С возможно вторичное образование диоксинов.

Система газопылеочистки, как часть технологических процессов, относится к заключительной части термической обработки ТКО и предназначена для очистки газовой смеси от различных примесей перед выбросом их в атмосферу.

Таким образом, системы утилизации биогазов и очистки дымовых газов, образующихся в процессе переработки ТКО, представляют собой сложные и дорогостоящие сооружения, а их стоимость составляет значительную часть расходов при строительстве объектов, задействованных в сфере обращения с ТКО.

В настоящее время стала очевидной настоятельная необходимость проведения системных изменений по защите атмосферного воздуха от негативного воздействия при обращении с твердыми коммунальными отходами.

Одним из путей активизации деятельности в данной области является разработка нормативных законодательных актов с учетом реалий сегодняшней ситуации, направленных на обязательное использование биогаза, образующегося при захоронении и компостировании ТКО, внедрение наилучших доступных систем очистки газов при термической переработке и использование современных систем мониторинга и экоаналитического контроля.

Для эффективного решения проблемы сбора и переработки ТКО целесообразно создать принципиально новую систему сбора вторичных ресурсов, способную работать в рыночных условиях хозяйствования.

Литература:

1. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
2. Горбачева Л.А. Зарубежный опыт термической переработки мусора // Энергия: экономика, техника, экология. – 2009–№7

3. Свалочный газ [Электронный ресурс]: статья/ Теплосоюз Украина; Технологии и инновации. - «электрон. текст. дан.». – 2007-2009. – Режим доступа: <http://www.teplosoyuz.com/ru/technology/poligon%20bto.html>.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОТРАБОТАННОГО БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Крошечкина Ирина Юрьевна¹, кандидат технических наук, доцент;
Лагутина Александра Денисовна¹, обучающийся
Шаталин Артем Андреевич¹, обучающийся
филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей
сообщения» в г. Казань

Аннотация: Земли транспортной инфраструктуры подвергаются воздействию всех видов загрязнителей, но наибольшую опасность по своим последствиям и охвату территорий представляют загрязнение тяжелыми металлами и нефтепродуктами, которые накапливаются в балластном слое, в дальнейшем трансформируются в почву, другие природные среды и, попадая в организм человека оказывают на него негативное воздействие.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, балластный щебень, почва, тяжелые металлы, микроорганизмы, токсичность

Национальная безопасность, устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья населения могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем, поддержания соответствующего качества окружающей среды и перехода промышленных и транспортных комплексов на экологически безопасные технологии и рациональное использование природных ресурсов [1].

Актуальной проблемой для железнодорожного транспорта является загрязнение железнодорожного полотна и технической полосы отвода, которое происходит в результате эксплуатации подвижного состава, из-за дефектов вагонов и аварийных ситуаций. Все это приводит к сокращению межремонтных сроков верхнего строения железнодорожного пути, деградации элементов природной среды и, как следствие, повышению общего уровня заболеваемости работников[2].

Понятие ремонт железнодорожного пути имеет несколько разновидностей в зависимости от масштаба проблем, количества материалов и ремонтируемых узлов. При среднем ремонте пути заменяют изношенные и поломанные элементы верхнего строения пути, в том числе балластный слой.

Для щебеночного балласта в пути наибольший допустимый процент содержания засорителей (частиц мельче 25 мм) по массе составляет 30 %, из них мельче 0,1 мм — не более 5 % [3]. Когда балласт приходит в такое состояние, остается 2 способа оздоровления пути: очистка на щебнеочистительных машинах на рельсовом ходу или замена балластного слоя. Причем службой пути качество щебеночного балласта оценивается только по физико-механическим характеристикам, а анализ степени его химического загрязнения в настоящее время не проводится. При этом, утверждённый Правительством РФ национально технический регламент «О безопасности

инфраструктуры железнодорожного транспорта» отражает вопросы соблюдения норм санитарно-эпидемиологической обстановки на территории транспортных предприятий [4,5]. В этой связи особое значение приобретает поиск эффективных мероприятий по защите природных сред от воздействия транспортной отрасли.

В настоящей работе проведено исследование зернового состава отработанного балластного щебня и степени химического загрязнения фракции менее 1 мм с целью оценки токсичности.

Выбор крупности щебня для дальнейшего исследования обусловлен тем, что именно мелкая фракция загрязнителя находится в воздухе рабочей зоны в виде аэрозоля при работах по вырезке загрязненного щебня (рис.1а).



а- замена балластного слоя на главных путях



б – работа щебнеочистительной машины на перегоне с очисткой щебня и выбросом засорителей на полосу отвода

Рис.1. Работы по замене балластного слоя

После прохождения грохота засорители балласта выгружаются, как правило, под основание насыпи, и, высыхая, легко выдуваются ветром, вызывая повторное засорение балласта, в первую очередь на откосах балластной призмы, а также загрязнения почвогрунтов полосы отвода (рис.1.б).

В качестве объектов исследования выбраны два участка: перегон Казань - Васильево (проба №1) и перегон Заструг – Сосновка (проба №2) Горьковской железной дороги. Опытные участки являются характерными по объему и качеству эксплуатации. Отбор проб отработанного проводился при среднем ремонте, сопровождаемом сплошной сменой рельс в период между капитальными ремонтами главного пути. На протяжении 3 км пути были выбраны по 3 пробы общей массой 10 кг. Далее был произведен просев при помощи стандартной колонки сит (табл.1).

Таблица 1.

Отсеивание отработанного балластного щебня по фракциям

d сита, мм	Вес фракции, кг	
	проба №1	проба №2
менее 1	1,226	1,569
менее 3 более 1	3,571	3,428
менее 5 более 3	1,293	1,176
менее 15 более 5	3,002	2,753
более 15	0,908	1,074
Итого	10,00	10,00

Оценку загрязнения нефтепродуктами и тяжелыми металлами

усредненной пробы проводили в аккредитованной лаборатории ФГБУ «ЦАС «Татарский». В качестве контрольного образца исследовали чистый щебеночный балласт (табл.2).

Таблица 2.

Содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов в мелкой фракции засорителя балласта

d сита /мм	Содержание нефтепродуктов, мг/кг	Содержание тяжелых металлов, мг/кг							Суммарный показатель загрязнения, Z_c
		Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	Mn	Ni	
ПДК (в почве)	1500	55	100	30	0,6	2,1	150	80	-
контроль	10	1,4	4,8	1,28	0,09	0,003	16	16,77	-
проба №1	141	36,6	44,5	51,2	0,61	0,14	140	29,4	150,11
проба №2	164	37,2	48,5	52,8	0,63	0,17	138	29,9	161,4

Как видно из табл. 2 содержание таких тяжелых металлов как свинец (Pb) и кадмий (Cd) превышает ПДК соответствующего химического вещества. Также следует отметить, что содержание марганца (Mn) приближено к границе ПДК.

Оценку степени опасности загрязнения засорителя балласта комплексом тяжелых металлов проводили по суммарному показателю загрязнения Z_c , который отражает дифференциацию загрязнения почвогрунтов городов, и соотносится с оценочной шкалой (МУ 2.1.7.730-99 Гигиенические требования к качеству почвы населенных мест). Очевидно, что мелкая фракция засорителя, получаемая при работе щебнеочистительных машин, относится к категории «чрезвычайно опасная» (рис.2).

Таким образом, химическая оценка состояния балластного слоя на железнодорожных магистралях определяет экологическое состояние придорожных территорий, являясь при этом значительной составляющей в комплексе решающих стимулов в разработке направлений развития охраны труда железнодорожников, работающих в технической полосе.

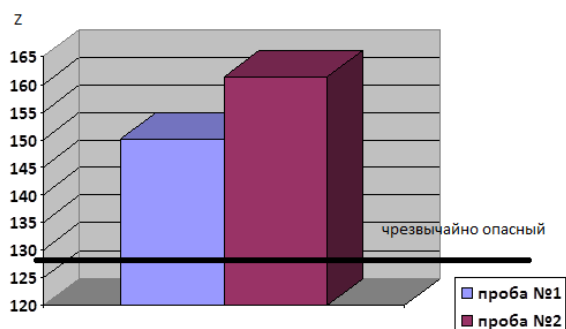


Рис. 2. Значения суммарного показателя загрязнения засорителя балласта (фракция менее 1 мм), Z_c

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о необходимости разработки запрещающих мер по оставлению мелкой фракции отработанного балласта в технической полосе и полосе отвода железной дороги, а также рядом с населенными пунктами.

Литература:

1. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. // Природные ведомости. – 2014. - №6 (58).
2. Теплякова Е.А, Бельков В.М. Загрязнение земель инфраструктуры. // Путь и путевое хозяйство. – 2013. - № 02 (07).
3. Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути. / Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 18.01.2013 г. №75р.
4. Береснева Т.Г. [и др.] Для защиты здоровья путейцев. // Путь и путевое хозяйство. – 2013. - №1. - С.11-13.
5. Технический регламент ТС «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта (ТР ТС 003/2011)» (с изменениями от 9 декабря 2011 г.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННО-АТРИБУТИВНОЙ КАТЕГОРИЗАЦИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Лаптёнок Сергей Антонович, кандидат технических наук, доцент
Белорусский национальный технический университет

Заболееваемость злокачественными новообразованиями является одной из наиболее острых проблем, возникающих в результате загрязнения территории радионуклидами. Исследования в данной области уже длительное время остаются актуальными во всем мире.

В частности, в ходе наблюдения за состоянием здоровья лиц, подвергшихся воздействию поражающих факторов ядерной бомбардировки в Японии, было установлено, что в данной группе имел место достоверный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями различной локализации: лейкозов – через 5 лет после бомбардировки, новообразований щитовидной железы – через 10, молочной железы и легких – через 20, желудка, ободочной кишки и миелом – через 30 лет [1].

На основе информации, представленной, в частности, источниками [1-3], была сформулирована цель настоящего исследования: оценить влияния природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека.

Данная задача решалась с использованием инструментальных средств среды ArcView GIS и модулей РАСТР Профи и ImageWarp. Визуализация и анализ полученной пространственной модели позволили установить следующее.

1. Расположение и направление разломов, над которыми расположены установленные ранее населенные пункты практически полностью соответствуют расположению и направлению фрагмента Балтийско-Украинского супперрегионального линеамента.

2. Территория, загрязненная радионуклидами ^{137}Cs , соответствует территории, ограниченной разломами [2].

3. Атрибутивная пространственная информация о населенных пунктах, расположенных как внутри изучаемой зоны (загрязненной радионуклидами цезия и «чистой»), так и вне ее, соответствует ранее полученным данным [4].

4. Территория Воложинского и Столбцовского районов, загрязненная радионуклидами ^{137}Cs , расположена над фрагментом Балтийско-Украинского супперрегионального линеамента [4].

Результаты данного исследования послужили основой для дальнейшей работы по оценке воздействия геофизических факторов, действующих в зонах линеаментов и кольцевых структур литосферы, на формирование геоэкологической обстановки.

С использованием описанной методики, материалов и программного обеспечения было осуществлено геокодирование с последующим совмещением масштабов населенных пунктов, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь №132 от 01.02.2010 г. При этом для Витебской, Гродненской и Минской областей осуществлялось геокодирование всех населенных пунктов, входящих в перечень (все расположены в зоне проживания с периодическим радиационным контролем), для Брестской, Гомельской и Могилевской – всех населенных пунктов, расположенных в зоне последующего отселения, зоне с правом на отселение и части населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем.

На рисунке населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, обозначены символами с фоном белого цвета, населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения – символами с фоном серого и черного цвета соответственно.

При анализе полученной комбинированной пространственной модели очевидно прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в «Перечень...», вблизи ряда линеаментов и кольцевых структур (см. рисунок). В Витебской, Гродненской и Минской областях это характерно для всех населенных пунктов. При этом единственный населенный пункт в Витебской области, включенный в «Перечень...», расположен в непосредственной близости от пересечения двух линеаментов (на рисунке указан стрелкой).

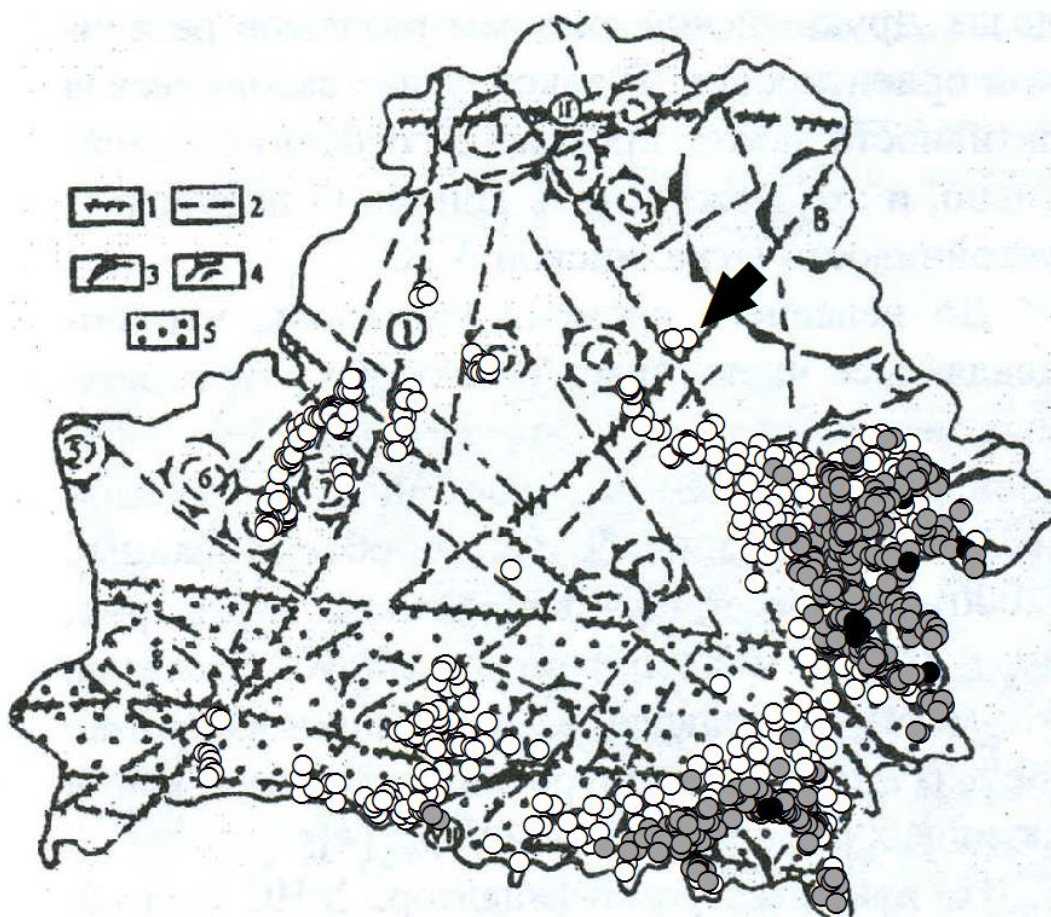


Рис.1. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения»

В Брестской, Гомельской и Могилевской областях данная тенденция для населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем менее очевидна, так как загрязнению подверглись значительно большие площади. Тем не менее, она проявляется для населенных пунктов, расположенных в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения (см. рисунок).

Следует отметить, что не все линеаменты и кольцевые структуры отмечены зонами загрязнения территории радионуклидами цезия. Причины данного явления могут быть установлены в ходе дополнительных исследований состояния и геофизических характеристик разломов.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что использование метода пространственно-атрибутивной категоризации данных с использованием средств программного обеспечения, реализующего технологии географических информационных систем, позволяет получить новую информацию об объекте исследования. Полученная дополнительная информация обеспечит повышение адекватности и эффективности моделирования и достоверности оценок при анализе моделей.

Литература

1. Антипова С.И. Шебеко Н.Г. // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС, – 2009, – № 1-2, – С. 3-10.
2. Тяшкевич И.А. // Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. – Минск, –2006, –С. 6-10.
3. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П. Бубнов, С.В. Дорожко, С.А. Лаптёнок – Минск, БНТУ, 2009, – 266 с.
4. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций. Минск: БНТУ, 2013. –287 с.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ, В НАИБОЛЬШЕЙ СТЕПЕНИ УГРОЖАЮЩИХ КАЧЕСТВУ ВОДНЫХ И ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Латыпова Венера Зиннатовна, доктор химических наук, профессор^{1,2},
Шакирова Фирдус Мубаракловна, кандидат биологических наук³
Никитин Олег Владимирович, кандидат географических наук¹,
Степанова Надежда Юльевна, доктор биологических наук¹,
Мухаметшин Фоат Фаритович, руководитель⁴

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

²ГБУН «Институт проблем экологии и недропользования» Академия наук РТ

³Государственный научно-исследовательский институт озерного и рыбного хозяйства, Татарское отделение

⁴ФГБУ «Средволгаводхоз» НВБВУ Федерального агентства водных ресурсов

Аннотация: Работа посвящена анализу процессов, реально угрожающих состоянию Волги, ее водных и водных биологических ресурсов и ответственных за нарушение экосистемных связей, смену доминирующих видов гидробионтов – «производителей» волжской воды, снижение биоразнообразия и уменьшение запасов ценных видов рыб и т.д. Показано, что задача приоритетного проекта «Оздоровление Волги» на фоне интенсивной водохозяйственной деятельности может быть выполнима только с учетом интересов экосистем самой Волги, претерпевших значительные перестройки в условиях трансформации Волги в цепь водохранилищ с замедленным водообменом и регулируемым уровнем воды.

Ключевые слова: экосистемы водохранилищ, стабилизация, прямые и косвенные факторы, качество водных и водных биологических ресурсов.

Вот уже десятки лет Волжские водохранилища являют собой природно-технические экосистемы с замедленным стоком. Это уже не естественная река Волга, а регулируемая система с сообществами организмов, способных к самоорганизации и сохранению закона великого равновесия, без которого нет нормального функционирования водоема.

Сегодня в стране реализуется приоритетный проект «Оздоровление Волги». По сути проекты были и раньше, но несмотря на принимаемые меры предшествующих лет, состояние Волги не улучшается. Категория воды КВ определяется многими исследователями по величине УКИЗВ как «грязная», класс качества 4(б). Это связывается в целом со слабой востребованностью науки и научно-технических достижений.

Данная работа посвящена анализу процессов, реально угрожающих состоянию Волги, ее водных и водных биологических ресурсов и ответственных за нарушение экосистемных связей, смену доминирующих видов гидробионтов – «производителей» волжской воды, снижение биоразнообразия и уменьшение запасов ценных видов рыб.

Природные и техногенные процессы, препятствующие стабилизации экосистем, Волжских водохранилищ, подразделим на прямые и косвенные. В-первых, наиболее прямым источником загрязнения является сброс недостаточно очищенных сточных вод. В региональные Паспорта приоритетного проекта "Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги", том числе и Республики Татарстан, совершенно закономерно включены продуманные важные мероприятия по ограничению сброса недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий, биологических очистных сооружений поселений, строительство и реконструкция сетей канализации и канализационных очистных сооружений и многие другие. Этот вопрос, безусловно, решается в рамках реализуемого в России приоритетного проекта «Оздоровление Волги» для всех регионов, омываемых волжскими водами.

Не менее значимым процессом, влияющим на состояние воды водохранилищ, являются непосредственные выпуски ливневой канализации крупных городов Татарстана и России в целом, которые до сих пор практически не оснащены очистными сооружениями, системой нормирования допустимых сбросов и т.д., что является прямым нарушением природоохранного законодательства.

К еще более масштабным процессам загрязнения речной сети бассейна Волги относится преобладающий вклад диффузного стока, поступающего с аграрно - и индустриально освоенных водосборов, объектов накопленного экологического ущерба поверхностного стока с урбанизированных территорий. Это практически неконтролируемый и вечный процесс в природе, ускоряемый за счет техногенных факторов [1]. Диффузный сток с грязевым потоком дождевых и талых вод с территории водосбора в многочисленные боковые притоки и Волгу несет значительное количество загрязняющих веществ разной природы, в том числе в сорбированном состоянии на взвешенных частицах минерального и органического происхождения. В многочисленные боковые притоки и Волгу он практически бесконтрольно привносит тысячи и миллионы тонн взвеси и загрязняющих веществ, что приводит к их загрязнению их вод, заилению и обмелению.

Проблема разработки какой-то единой методики оценки и регулирования на ее основе диффузного стока в реку Волгу чрезвычайно сложная. Загрязняющие вещества поступают в водные объекты с естественных ландшафтов, селитебных территорий, земель сельскохозяйственного назначения, промышленных площадок предприятий, жилых комплексов, захоронений и свалок, объектов транспортной инфраструктуры и т.д. Сочетание этих источников загрязнения на водосборах различных водных объектов, различные физико-географические, гидрометеорологические условия, типы и уровень эрозии почв, требуют разных подходов для достоверной оценки и последующего регулирования диффузного стока в Волгу.

Разработку концепции снижения диффузного загрязнения р. Волги возглавляет Институт водных проблем РАН (г. Москва), в том числе при

участии ученых Республики Татарстан. Наиболее важными направлениями исследований в республике являются: относительная оценка вклада диффузных источников в загрязнение Куйбышевского водохранилища; создание новых подходов к количественной оценке диффузного стока с различных типов водосборов; обоснование мероприятий для снижения потоков загрязняющих веществ в составе диффузного стока; конечно, важнейшим является совершенствование нормативно-правовой базы регулирования и нормирования диффузного загрязнения поверхностных вод.

1. К прямым природно-техногенным процессам следует отнести еще одно бедствие для Волги - масштабные процессы непрекращающейся переработки берегов правобережья Волги и притоков, в результате абразионно-оползневых, эрозионных процессов, подъема уровня грунтовых вод, зарегулированности гидрорежима и др. техногенных факторов. Отступление берегов водохранилищ до 8 м, на отдельных участках до 12 м в год приводит к обвалу млн кубометров грунта, к обвалу целых улиц населенных пунктов, угрозе жизни населения, разрушения жилых и промышленных зданий, инженерных коммуникаций, объектов инфраструктуры. Это приводит к загрязнению и обмелению речной сети и Волги. Куйбышевское водохранилище имеет наиболее высокие значения переработки берегов из всех водохранилищ России. Берега ежегодно отступают в среднем на величину около 2,4 м. Треть береговой полосы крупнейшего в Европе водохранилища размывается водой; интенсивность переработки составляет 379,4га/год, сотни км береговой линии требуют оперативных мероприятий по укреплению [3]. Чрезвычайно высокая оползневая активность и развитие катастрофической оползнеопасной ситуации, прогнозируемая в г. Тетюши и Камском устье, была вынесена на обсуждение Круглого стола Общественной палаты Республики Татарстан и требует проведения комплекса противооползневых и берегоукрепительных мероприятий. К косвенным факторам относится колебание уровня режима. Куйбышевского водохранилища как водохранилища сезонного регулирования. Впервые спрогнозированные учеными ИПЭН АН РТ, КФУ и ГосНИОРХ (Татарское отделение) уровни воды в Куйбышевском водохранилище в разные фазы водного режима как по экологическим требованиям к качеству воды, так и по критериям, благоприятным для воспроизводства и сохранения рыбных запасов, согласуются между собой, что означает одинаковый ответ как гидрохимической матрицы, так и биотической составляющей экосистем водохранилища на однотипное внешнее воздействие (уровень воды). Таким образом, соблюдение научно обоснованных уровней) отвечает экосистемным требованиям. В соответствии с моделью, экосистемы водохранилища могут обеспечивать, стабильное качество водных и водных биологических ресурсов, воспроизводство и сохранение запасов рыбных ресурсов, составляющих истари богатство страны.

Отмеченные выше практические неконтролируемые техногенные и природно-техногенные процессы инициируют антропогенное эвтрофирование и связанное с ними так называемое «цветение» воды за счет загрязнения, в том

числе соединениями биогенных элементов, заиления и обмеления рек [3]. Следовательно, «цветение» воды водохранилищ – это, главным образом, последствие хозяйственной деятельности на водосборе.

Приоритетный проект, реализуемый в России, имеет название «Оздоровлении Волги», задача оздоровления может быть невыполнима без учета интересов экосистем самой Волги, претерпевших значительные перестройки в условиях трансформации Волги в цепь водохранилищ с замедленным водообменом и регулируемым уровнем воды (Кузнецов, 1998). Пришло время задуматься о поддержании в экосистемах водохранилищ высокого биопродукционного потенциала для сохранения способности к саморегулированию.

Исследование осуществлено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-44-16-0023/18.

Литература

1. Никитин О.В., Латыпова В.З., Сабанаев Р.Н., Шагидуллина Р.А., Лукоянов Д.Е., Сафиуллин Р.М., Яковлева О.Г., Горшкова А.Т., Дмитриев А.А. О правовых аспектах эксплуатации систем отведения поверхностного стока с селитебных территорий в водные объекты // Российский журнал прикладной экологии, 2015. № 3. С. 56 – 60.
2. Кузнецов В.А. Изменения экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе его формирования // Вод. Ресурсы, 1997. Т.24, № 2. С. 228-233.
3. <http://opr.tatarstan.ru/rus/index.htm/news/843624.htm>
4. Абдулганиев Ф.С., Латыпова В.З., Сабанаев Р.Н. Оценка антропогенной нагрузки на поверхностные воды р. Казанки и рекомендации по снижению интенсивности процессов эвтрофирования // Материалы международной научно-практической конференции "Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения", 18-19 мая 2017 года, Казань, Россия. - Казань: типография "ОТ Принт", 2017. - С. 71-80. - ISBN 978-5-904606-08-04.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
И УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ
ТРУДА КРЕМНИЕОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
МЕТОДИКИ ОКОМКОВАНИЯ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Леонова Мария Сергеевна, кандидат технических наук,
Тимофеева Светлана Семеновна, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический
университет»

Аннотация: Утилизация и минимизация пылевых отходов металлургических производств, а также их рециклинг в технологическом процессе имеет важное значение для улучшения экологической обстановки как на предприятии, так и вблизи региона. Значительное количество пылевых выбросов кремниевого и алюминиевого производств оказывают пагубное воздействие на организм человека. Однако повышенное содержание в них ценного компонента (SiO_2) авляет возможность использования данных видов отходов в качестве дополнительного источника сырья.

Ключевые слова: кремнезем, пылевые выбросы, руднотермическая печь, условия труда, окомкование, шламовые поля, пыль электрофильтров.

В связи с растущими масштабами металлургического производства и развитием всех его отраслей спрос на кремний неуклонно растет. Ввиду этого усовершенствование технологических процессов, и расширение сырьевой базы за счет использования новых месторождений и вовлечения техногенного сырья являются необходимым условием улучшения экологической обстановки вблизи металлургических предприятий.

Производство кремния (Si) сопровождается образованием большого количества пылевых выбросов (от 300 до 900 кг на 1 тонну выплавляемого кремния), содержащие значительное количество кремнезема, который в свою очередь, оказывает пагубное воздействие на организм человека [1].

Однако данный альтернативный вид рудного сырья нельзя непосредственно использовать при плавке в руднотермических печах (РТП) из-за его значительного пылевыноса.

Окомкование шихтовых материалов является одним из способов рационального использования кремнеземсодержащих материалов в качестве сырья, что будет способствовать повышению эколого-экономической эффективности, а также улучшению рабочих условий действующего производства. В связи с этим работы, направленные на расширение сырьевой базы, разработку и совершенствование технологии получения кремния путем возврата в процесс техногенного сырья являются актуальными.

Основным источником образования циклонной пыли кремниевого производства является механическое измельчение компонентов шихты в процессах транспорта, дозирования, загрузки и плавки, а также химические

реакции процесса, протекающие с получением газообразных или дисперсных промпродуктов [2].

Пыли РТП подразделяются на две фракции: лёгкая и тяжелая. Тяжёлая (крупная) пыль осаждается в аппаратах предварительной очистки, лёгкая (тонкая) осаждается в трубах Вентури или электрофильтрах [3].

До настоящего времени не достаточно полно решены вопросы эффективного выделения пыли из газов, сортировки пыли по каким-то полезным признакам, ее хранения, ликвидации и реализации как товарного продукта, не говоря о разработке мер по снижению ее выхода при плавке [2], поэтому она направляется на шламохранилище.

Пыль из труб Вентури содержит основную массу утерянному с возгонами кремния и является наиболее тонкодисперсным продуктом (до 60% частиц меньше 1 мкм). Данный материал имеет в своем составе свыше 80% диоксида кремния, который в настоящее время из-за больших трудозатрат, необходимых на переработку шлама, складывается и безвозвратно теряется с отходами производства. Более того, само улавливание тонкодисперсной пыли с помощью содовых растворов требует значительного расхода реагентов, непрерывного расширения шламовых полей и, в конечном итоге, не обеспечивает защиту окружающей среды (за счет образования щелочных аэрозолей и щелочных дренажей) [4,5].

Из практики известно, что при производстве 1 т кремния улавливается в трубах Вентури путем орошения содовыми растворами до 700 кг пыли. Эта пыль содержит 630 кг SiO₂, 20 кг C_{св}, 15 кг SiC и 35 кг – другие компоненты.

Однако, до настоящего времени на предприятии ЗАО «Кремний» РТП оснащены системой мокрой газоочистки. Степень пылеулавливания данной системы едва достигает 90%. [6].

Согласно производственным данным пыль ЗАО «Кремний» содержит диоксид кремния в среднем 86%, таблица 1 (результаты РФА, выполненного с помощью прибора ARL-9900 (США) и химического гравиметрического анализа) [7].

Таблица 1

Химический состав пыли газоочистки ЗАО «Кремний»

Наименование компонентов											
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C _{св}	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	TiO ₂	SiC
Содержание, % мас.											
86,3	0,37	0,30	1,4	1,20	5,8	0,07	0,14	0,12	0,28	0,02	4,15

Как видно из данных таблицы 1, пыль газоочистки РТП может рассматриваться в качестве рудной составляющей шихты как дополнительной к основному сырью, поскольку в среднем на 86% она представлена сфероидизированными частицами SiO₂, а образующиеся объемы делают пыль перспективным сырьевым источником для производства Si.

К тому же повышенное содержание кремнезема в запыленной воздушной среде оказывают негативное влияние на здоровье человека, что приводит к развитию пневмокониоза [8,9].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пылевые техногенные материалы кремниевого производства, улавливаемые системой газоочистки, целесообразно использовать повторно в качестве добавки к основному сырью для выплавки кремния, что позволит утилизировать техногенные отходы и улучшить экологическую обстановку и условия труда в зоне промышленного производства.

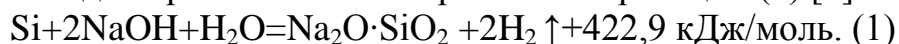
Однако непосредственная загрузка в РТП мелкофракционных материалов невозможна из-за восходящего газового потока, поэтому перед использованием их необходимо окомковывать. В связи с этим были проведены исследования по разработке методики окомкования данных мелкодисперсных шихтовых материалов с целью их возврата в карботермический процесс для повышения его эффективности и снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

Окомкование является одной из актуальных задач в подготовке шихты к металлургическому переделу. Данный процесс позволяет не только обеспечить предприятие дополнительными ресурсами, но и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду и стабилизировать работу подготовки сырья.

В результате обзора исследований других авторов можно сделать вывод о том, что на действующих предприятиях в металлургии кремния технология окомкования не применяется, однако в связи с перспективностью использования мелкофракционных пылевых материалов кремниевого производства в качестве сырья для получения Si разработка данной технологии актуальна.

Для того, чтобы использовать мелкофракционное сырье для выплавки Si в РТП, необходимо учитывать его основные физико-химические свойства.

В качестве шихтовых компонентов нами были взяты пыль и шлам газоочистки как кремнеземсодержащее сырье (в соотношении 1:1), смеси древесного угля и нефтекокса (производства АО «АНХК» г. Ангарск) в качестве УВ. В качестве связующего было использовано жидкое стекло (ж.с.) [108], согласно ГОСТ 13078 – 81, которое характеризуется достаточными адгезионными свойствами для образования прочных окомкованных композиций. Кроме того, данный вид связующего обладает избытком щелочи – это важно для протекания экзотермической реакции (1) [9]:



При взаимодействии едкого натра и частиц мелкофракционного элементарного кремния происходит активное выделение водорода, что является основой для образования пористой структуры окомкованной шихты.

Поэтому в качестве добавки элементарного кремния к ж.с. для образования пористой структуры шихты нами использовался еще один вид техногенных материалов – отсев кремния ($\text{Si}_{\text{отс}}$).

Производство первичного алюминия также сопровождается образованием большого количества техногенных материалов. В том числе и пыли электрофильтров, которая вместе с шламом газоочистки, угольной пеной, хвостами флотации складывается в специально оборудованных шламохранилищах [10].

Пыль электрофильтров образуется при очистке газов корпусов электролиза и улавливается на стадии сухой очистки анодных газов в электрофильтрах. Данный вид техногенных материалов представляет собой тонкодисперсный темно-серый порошок, который при насыщении влагой приобретает черный оттенок.

Источниками пыли электрофильтров являются частички глинозема, фтористые соли, углерод, образующийся в процессе электрохимического разрушения угольного анода, а также продукты испарения электролита и сам электролит. Пыль электрофильтров состоит в основном из фтористых солей, углерода и оксида алюминия, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые также наносят вред организму и способствуют развитию онкологических заболеваний [11].

Согласно проведенным ранее исследованиям, добавка пыли электрофильтров алюминиевого производства способствует упрочнению брикетов за счет наличия в них смолистых веществ.

При разработке методики окомкования предложено следующее соотношение компонентов в шихте нового состава, % соответственно: пыль и шлак газоочистки кремниевого производства (при соотношении 1:1) – 27; углеродистый восстановитель (смесь отсева нефтекокса и мелочи древесного угля в соотношении 1:1) – 53; Si_{отс} – 5; связующее – 15 (ж.с. – 12; пыль электрофильтров алюминиевого производства – 3).

Далее окомкованная шихта проходит испытания на прочность согласно ГОСТ 21289 – 75 . При данных условиях коэффициент прочности (R_{сбр}) будет составлять 82,5%, а пористость в среднем 45,5% [12], что, позволяет рекомендовать окомкованную шихту, при выбранном составе компонентов, для получения кремния в РТП.

Литература:

1. В.В. Вапиров, В.М. Феоктистов, А.А. Венкович // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2017. № 2 (163). – С. 95-102.
2. Катков, О.М. Выплавка технического кремния: учебное пособие. – Иркутск : Издательство ИрГТУ, 1999. – 243 с.
3. Кондратьев, В.В. Очистка печных газов в производстве кремния // сборник научных статей «Перспективы развития производства кремния», апрель, 2011 г. – Шелехов, 2011. – С. 67–70
4. Немчинова, Н.В. Проблемы экологической безопасности алюминиевого и кремниевого производств [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №3. – URL: <http://www.science-education.ru/109-9611>.

5. Кондратьев, В.В. Новые технологические решения по переработке отходов кремниевого и алюминиевого производств // *Металлург.* – 2013. – №5. – С.92–95.
6. Кабальников, В.Г. Пылеуловители с трубами Вентури в системах аспирации ТЭС, сжигающих торф // *Энергетик.* – 1973. – № П. – С. 15–16.
7. Иванчик, Н.Н. Исследование и разработка процессов выделения целевых продуктов из мелкодисперсных отходов кремниевого производства // *Системы. Методы. Технологии.* – 2015. – № 2. – С. 123–127.
8. Абрамова Ж.И., Борщевский Ю.М., Березюк Г.С., Горн Л.Э. Роль поверхностных свойств кремнийсодержащей пыли в ее биологическом действии. В сб.: *Патоморфология силикатозов.* Научн. тр. Лен. ГИДУВа Л., 1972, вып. 115, с. 20-32.
9. Немчинова, Н.В. Силикаты натрия как связующее для брикетов в производстве кремния / Н.В. Немчинова, В.Э. Клец, Л.В. Черняховский // *Известия вузов. Цветная Metallургия.* – 1999. – №2. – С.14–18.
10. Ржечицкий, Э.П. Технологические решения по охране окружающей среды при производстве алюминия: монография / Э.П. Ржечицкий, В.В. Кондратьев, А.Ю. Тенигин. Иркутск: Издательство ИрГТУ. 2013. – 159 с.
11. Бадамшина Г.Г. Комбинированное воздействие вредных веществ на работников производства полиэфирных смол: дис... кан. мед. наук : 14.02.04 – Москва. 2016. –146 с.
12. Изучение карботермического процесса получения кремния при помощи методов моделирования / М.С. Леонова, Н.В. Немчинова // *Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Караганда, 25-26 июнь 2015г.).* – Караганда, – 2015. С. 402– 406.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ

Лисин Владимир Алексеевич, преподаватель
Мушкин Дарья Сергеевна, обучающийся
Тухбатуллин Тимур Ринатович, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Статья затрагивает проблему своевременного обнаружения пожаров на территории Российской Федерации, имеющей жилые деревянные постройки.

Ключевые слова: способы обнаружения возгораний, пожары, тепловидение.

Пожары в России ежегодно уносят тысячи жизней, по статистике на 100 тысяч населения 6.5 человек становятся жертвами пожаров. За последние годы наиболее резонансными пожарами стали бедствия в торговом центре «Пассаж» (г. Ухта, погибли 25 человек, десять человек получили ожоги и травмы), ночном клубе «Хромая лошадь» (г. Пермь, погибло 156 человек), торговом центре «Адмирал» (г. Казань, погибли 19 человек и 61 человек получили ранения), в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» (г. Кемерово, погибло 60 человек, в том числе 41 ребёнок)[1].

По статистике 80% пожаров в России происходит в жилых помещениях, гибель людей от дыма и огня происходит в 90% случаях, поэтому вопросы обнаружения пожара на ранней стадии его возникновения являются важной задачей безопасности. Существует множество научно-технических решений и разработанных комплексов в областях научных, технических и организационных задач [2,3].

Возникновение пожаров в доме, происходит, как правило, по вине людей из-за неосторожного обращения с огнем, шалости детей, печного отопления и неисправной электропроводки. Вследствие пожаров наносится существенный урон экономике предприятий и организаций [4,5]. Наличие легковоспламеняющихся, синтетических материалов, а также предметы бытовой техники увеличивает не только возможность возникновения пожара, но и делает даже самое незначительное возгорание опасным для жизни по причине выделения ядовитых веществ [6].

Современные средства и методы включают в себя противопожарные системы и оборудование обнаружения пожара на ранней стадии. К техническим средствам обнаружения пожара относятся автоматические датчики, которые позволяют обнаружить первичные признаки возгорания. Они должны размещаться в соответствии с утвержденным планом по степени фактического риска. При возникновении возгорания это оборудование должно срабатывать автоматически или вручную, для предотвращения распространения огня и его тушения.

Пожарный датчик представляет собой преобразователь контролируемого параметра очага возгорания в другой вид, используемый в системе пожарной сигнализации, а именно является преобразователем энергии [7].

Наиболее известными являются следующие типы пожарных извещателей:

- Тепловой извещатель.
- Дымовой пожарный извещатель.
- Извещатель пламени.
- Газовый извещатель.
- Ручной пожарный извещатель.
- Комбинированный извещатель.

Эти средства предназначены для оповещения людей о возгорании и дальнейшего возможности эвакуации их в безопасные места. Система обнаружения возгорания должна автоматически и быстро реагировать на появления признаков пожара, а именно: открытый огонь, дым, высокая температура воздуха там, где такого не должно быть [8].

Однако, несмотря на всё развитие технических устройств, они становятся неэффективны, по причине отсутствия юридической поддержки со стороны государства. К сожалению, на данный момент в законодательстве Российской Федерации не существует даже намёка на обязанность домовладельцев устанавливать подобные извещатели у себя в жилье. Так же немаловажно отсутствие экономической возможности поддержания противопожарного состояния жилья, необеспеченность средствами обнаружения и оповещения о пожаре, а так же первичными средствами пожаротушения. Таким образом, получается, что жилой сектор остается незащищенным. И домовладелец сам не хочет защитить себя, совершая самую крупную ошибку, думая, что пожар – это то, что случается с другими, но не с ним. Как же изменить сложившуюся обстановку?

Для решения этих проблем, предлагается установить в жилом секторе тепловизоры. Тепловизоры позволяют человеку увидеть то, что невооруженным глазом невозможно. Инфракрасные камеры фиксируют тепловое излучение и передают точные данные о температуре объекте при этом, не контактируя с ним. Каждый объект, температура которого выше нуля испускает тепловое излучение. Тепловое излучение - это электромагнитное излучение, которое обуславливается возбуждением частиц вещества при соударении в процессе теплового движения или ускоренным движением зарядов.

Для обеспечения противопожарной обстановки в городе подходят два вида - это охлаждаемый и неохлаждаемый, рассмотрим каждый из них. Если сравнивать по стоимости охлаждаемый и неохлаждаемый тепловизор, то цена сильно отличается. Причиной высокой цены охлаждаемого тепловизора является дороговизна полупроводниковых матриц и устройств охлаждения до сверхнизких температур. Но иногда только такой тепловизор может решить поставленную задачу.

Именно установка тепловизоров в самых высоких точках города позволит отслеживать повышение температуры в жилых домах [9].

С финансовой точки зрения, приобретение и установка тепловизоров обойдется государству в крупную сумму, возможно даже привлечение сторонних инвесторов или выделение средств из государственного бюджета на целевые программы, однако эти затраты сравнительно малы для государства, озабоченного проблемами обеспечения пожарной безопасности в частном секторе и сохранения человеческой жизни.

Литература:

1. URL: <http://www.domstroymedia.ru/articles/publication/> (дата обращения: 22.09.2018).
2. Севастьянов Б.В., Иванов Ю.В. Исследование виброактивности механических систем виброизолирующих установок ковочных молотов//Промышленная и экологическая безопасность. 2007. № 6. С. 60
3. Севастьянов Б.В., Гнедин В.М., Селетков С.Г. Способ разделки стрелково-пушечного унитарного патрона// Патент на изобретение rus 2122706 19.09.1996
4. Севастьянов Б.В., Салтыков А.М., Шадрин Р.О. Прогнозирование числа дней нетрудоспособности пострадавших на производстве в Удмуртской Республике// Вестник ижевского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 131-134.
5. Севастьянов Б.В., Никешкин В.А., Васильева П.С., Здобяхина Е.А. Анализ причин возникновения несчастных случаев с причинением тяжкого вреда здоровью и смертельными исходами в отраслях экономики Удмуртской Республики (по данным организационно-технических судебных экспертиз)//. Промышленная и экологическая безопасность, 2007. № 2. С. 56-59.
6. Повзик Я. С. Справочник руководителя тушения пожара. М., 2004 г.
7. URL: <http://ogneborec.su/protivodimnaia/obslyuzivanie/> (дата обращения: 22.09.2018).
8. URL: <https://businessman.ru/new-osnovnye-prichiny-vozniknoveniya-pozharov-na-proizvodstve-i-v-bytu/> (дата обращения: 22.09.2018).
9. Ллойд Дж. Системы тепловидения. М.: Мир, 1978.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Лисина Елена Борисовна, кандидат технических наук, доцент,
Котлякова Светлана Александровна, обучающийся,
Шемякина Наталья Владимировна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация. Управление безопасностью в образовательном учреждении с приведением статистики несчастных случаев с обучающимися в МБОУ «СОШ №40» города Ижевска, Удмуртской Республике.

Ключевые слова: безопасность в образовательных учреждениях, несчастный случай.

Вопрос безопасности учащихся является одним из наиболее сложных и важных в системе работы администрации образовательного учреждения. Комплекс мероприятий в области безопасности учреждений образования подразумевает такие направления деятельности, как создание безопасных условий пребывания учеников, обучение их безопасному поведению, нормам и правилам техники безопасности, соблюдение мер противопожарной и электробезопасности и санитарно-гигиенического режима, ведение обязательной документации, определяемой номенклатурой дел [1].

Главной задачей специалиста по охране труда является реализация государственной политики, требований нормативных правовых и законодательных актов в области обеспечения безопасности, направленных на сохранение жизни и защиту здоровья обучающихся и работников во время их учебной и трудовой деятельности от чрезвычайных происшествий (ЧП) и других опасностей.

Основные направления работы специалиста по охране труда в МБОУ общеобразовательном учреждении «СОШ №40» заключаются в контроле за соблюдением законодательства, нормативных правовых актов по безопасности и состоянием учебы, организации профилактической работы по снижению травматизма среди учащихся и работников, участие в планировании мероприятий по безопасности в образовательном учреждении, составлении отчетности, ведении документации.

Известно, что любая травма у ребенка может привести к нежелательным последствиям, кроме того это стресс для его родителей. Если же учащийся получил травму в школе, серьезным переживаниям подвергается педагог, на уроке которого произошло ЧП, администрация, а в отдельных случаях и весь школьный коллектив. Кроме того, в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ образовательное учреждение несет ответственность за здоровье и жизнь обучающихся,

воспитанников и работников образовательного учреждения во время воспитательно-образовательного процесса (ст. 28, п. 7) [2].

Под травмой понимают нарушение анатомической целостности, физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

В зависимости от факторов воздействия травмы подразделяют:

- термические (ожоги, обморожения);
- механические (ссадины, раны, переломы);
- химические (химические ожоги, острое отравление);
- электротравмы;
- комбинированные [3].

По данным ежегодной статистической отчетности о несчастных случаях в МБОУ «СОШ №40» происшедших с учащимися во время учебно-воспитательного процесса и проведения мероприятий, в период с 1996 по 2018 год получили травмы 98 детей (рис. 1), что составляет 0,13% от общего количества обучающихся.

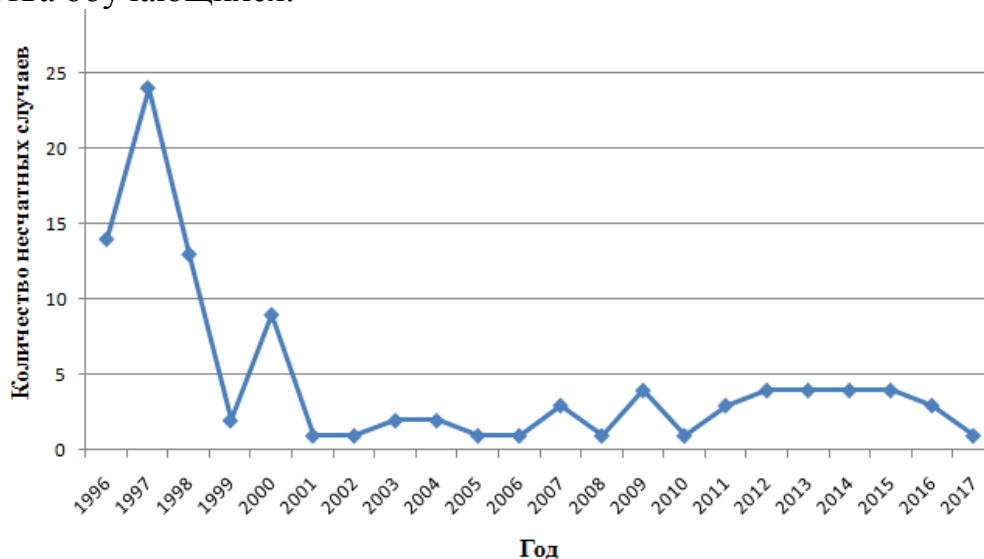


Рис.1. Количество несчастных случаев в МБОУ «СОШ №40»

По данным ежегодной статистической отчетности о несчастных случаях в Удмуртской Республике, происшедших с обучающимися и во время учебно-воспитательного процесса и проведения мероприятий, в период с 1996 по 2017 год (рис.2).

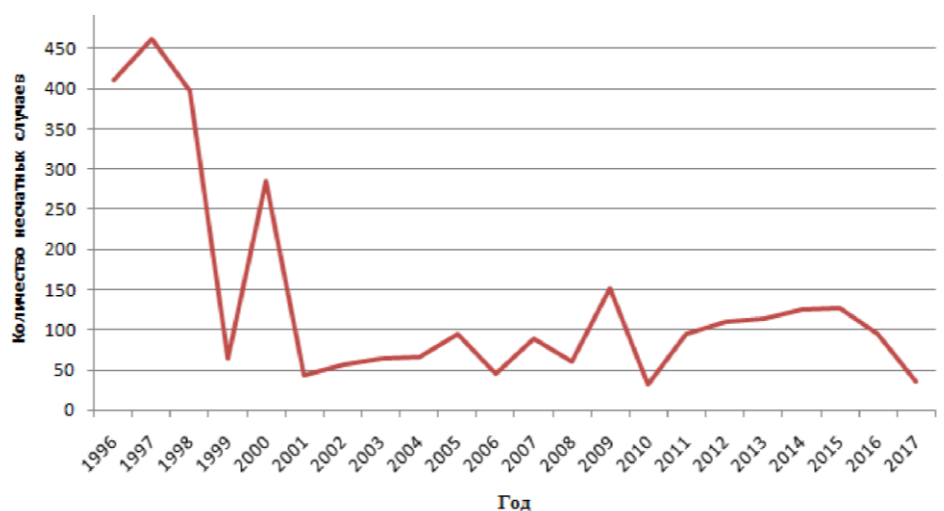


Рис.2. Количество несчастных случаев в Удмуртской Республике

Одним из определяющих факторов успешного функционирования образовательного учреждения является обеспечение безопасности учащихся и соответствующее снижение травматизма среди них. При этом особую актуальность приобретает вопрос профилактики травматизма обучающихся во время образовательного процесса.

Таким образом, управление безопасностью в образовательном учреждении должно носить превентивный характер, для того чтобы заранее исключить травмы и инциденты. Выполнение требований по технике безопасности учащимися и по охране труда учителями, заведующими кабинетами, руководителями школ – это обязательное условие в работе по организации безопасных условий обучения и труда, а также при проведении занятий в спортивных залах, учебных мастерских, кабинетах физики, химии, биологии и в процессе других учебно-воспитательных занятий [4].

Литература:

1. Официальный сайт МБОУ «Школа №121» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://arhiv.sch121.edusite.ru/p14aa1.html> (дата обращения 22.04.2018).
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ.
3. Сайт «Охрана труда и БЖД» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_17.html (дата обращения 22.04.2018).
4. Севастьянов Б.В., Никешкин В.А., Васильева П.С., Здобяхина Е.А. Анализ причин возникновения несчастных случаев с причинением тяжкого вреда здоровью и смертельными исходами в отраслях экономики удмуртской республики (по данным организационно-технических судебных экспертиз) // . – 2007. – №2. – с. 56-59.

ПОИСК ПУТЕЙ ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Магизова Эндже Фаргатовна, аспирант;

Степанова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Шайхиев Ильдар Гильманович, доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Аннотация: В работе представлен обзор очистки воды от ионов тяжелых металлов, а именно от ионов алюминия, основанный на реагентном методе.

Ключевые слова: отходы злаковых культур, ионы тяжелых металлов, алюминий, реагентная очистка.

Сегодня человечество стоит перед лицом серьезного глобального кризиса водных ресурсов – один миллиард человек во всем мире не имеет доступа к чистой питьевой воде, а более 2-х млрд. человек не располагают достаточным количеством систем очистки воды, что является главной причиной заболеваний, вызываемых употреблением воды, которая не соответствует санитарным стандартам [1]. В России, хотя она и обладает самым крупным на Земле хранилищем пресной воды – озером Байкал, которое способно удовлетворять потребности в питьевой воде 1,5 млрд. человек, в ряде регионов существуют трудности в водообеспечении населения безопасной питьевой водой. Нужно как можно чаще напоминать людям о проблеме ежедневного ухудшения качества водных ресурсов. Основными загрязняющими веществами, содержащимися в сточных водах машиностроительных предприятий, предприятиях цветной металлургии, приборостроения, являются ионы тяжелых металлов. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые в наибольшей степени загрязняют природу, ввиду использования их в значительных объемах в производственной деятельности, и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. Среди современных методов, обеспечивающих эффективную очистку сточных вод от различных загрязняющих веществ, в том числе и ионов тяжелых металлов, особая роль принадлежит реагентному методу.

Реагентные методы очистки имеют широкую область применения, поскольку позволяют удалять примеси различного состава до норм ПДК.

В практике очистки сточных вод используются различные модификации реагентного метода, обусловленного технологической простотой обработки и возможностью перевода токсичных соединений СВ в безопасные или легко удаляемые [2].

Согласно литературным данным [3], современные исследования в области реагентных методов очистки воды от ионов тяжелых металлов направлены на расширение спектра реагентов и использования отходов злаковых культур.

С целью определения перспективности применения реагентов, полученные при щелочной варке отходов злаковых культур, для очистки вод от ионов тяжелых металлов, а именно от ионов алюминия, были проведены лабораторные испытания.

Объектами исследования:

- модельная вода (МВ) – раствор соли $KAl(SO_4)_2$ с концентрациями 100, 50, 25, 10, 1 мг/дм³;

- щелочной реагент, приготовленный из оболочек плодов пшеницы (ОПП):

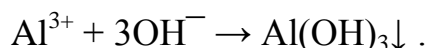
- щелочной реагент 1 – 1 г ОПП, обработанные 10 %-ым раствором NaOH в течение 30 мин при 100 °С;

- щелочной реагент 2 – 1 г ОПП, обработанные 10 %-ым раствором NaOH в течение 60 мин при 20 °С.

Лабораторные эксперименты по очистке воды от ионов металлов проводили на модельной воде с концентрацией ионов алюминия 100; 50, 25, 10, 1 мг/дм³.

Реагентная очистка воды от трехвалентного алюминия состоит из одной стадии, осаждение трехвалентного алюминия в виде гидроксида.

СВ подвергаются нейтрализации с целью осаждения Al^{3+} в виде гидроксида по реакции:



Эксперимент по очистке МВ от ионов алюминия (III) с использованием щелочного реагента, приготовленный из оболочек плодов пшеницы, проводят следующим образом:

В пять конических колб объемом 250 см³ наливают раствор модельной воды с ионами Al^{3+} с концентрациями 100, 50, 25, 10, 1 мг/дм³. Следующим этапом, добавляют щелочной реагент, приготовленного из ОПП и доводят pH раствора до 8 – 9,5.

В результате протекает реакция 1, что свидетельствует образование осадка ($Al(OH)_3$):



После перемешивания и отстаивания в течение 1 часа очищенные МВ отфильтровывают. В получившемся фильтрате определяют остаточные концентрации ионов металла и рассчитывают эффективность очистки (таблица 1).

Результаты проведенных исследований

Концентрация ионов алюминия в модельной воде, мг/дм ³	Реагент 1 ОПП (100 °С)		Реагент 2 ОПП (20 °С)	
	Остаточная концентрация ионов алюминия в растворе С _{ост.} , мг/дм ³	Эффективность очистки, %	Остаточная концентрация ионов алюминия в растворе С _{ост.} , мг/дм ³	Эффективность очистки, %
100,00	4,964	95,043	3,582	96,425
50,00	9,157	81,698	2,801	94,412
25,00	7,453	70,215	5,179	79,309
10,00	7,555	24,512	6,784	32,223
1,00	0,885	12,118	0,602	40,411

Утилизация отходов сельского хозяйства и очистка вод от ионов металлов – одни из решаемых проблем при использовании отходов злаковых культур в качестве реагентов.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы: растворы щелочных реагентов, полученные путем варки оболочки плодов пшеницы в 10 %-ном растворе NaOH, 100 °С в течение 60 мин при температуре 20 °С можно рекомендовать для очистки кислых вод, содержащих ионы Al⁺³ концентрацией 100 мг/дм³, при этом эффективность очистки составила 96,425 %.

Литература:

- 1 Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. М.: Протектор, 2010. 1080 с.
- 2 Шлугер М.А. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. В 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера, Л.Д. Тока. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.2. – 248 с.
- 3 Щуклин П.В. Анализ основных направлений обработки осадков городских сточных вод / П.В. Щуклин, Е.Ю. Ромашина, О.И. Ручкина // вестник ПНИПУ-2012.-№4(8).- С.119-134.

ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ БЕЛОГО ФОСФОРА И СПОСОБ ЕГО СТЕРИЛИЗАЦИИ

Миндубаев Антон Зуфарович¹, к.х.н., с.н.с., доцент,

Волошина Александра Дмитриевна¹, к.б.н., н.с.,

Бабынин Эдуард Викторович², к.б.н., доцент,

¹ Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова –
обособленное структурное подразделение ФГБОУ «Федеральный
исследовательский центр «Казанский научный центр
Российской академии наук»

² ГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация: Расчет показал, что концентрация содержащихся в модифицированной среде Придхем-Готлиба солей переходных металлов слишком мала для осуществления абиотического диспропорционирования вносимого в нее белого фосфора. Следовательно, есть основания говорить о биодegradации. Очень большой интерес представляет исследование генотоксичности – возможного источника мутаций. В представленной работе SOS-lux тест продемонстрировал генотоксичность белого фосфора. **Ключевые слова:** детоксикация, белый фосфор, стерилизация, генотоксичность, SOS-lux тест.

Наши более ранние публикации [1, 2] посвящены микробиологическому превращению токсичнейшего белого фосфора в биогенный фосфат. Тем не менее, биодegradация иногда приводит к образованию не менее, а более токсичных веществ, так называемых «летальных метаболитов». Некоторые из них обладают генотоксичностью, приводящей к росту числа мутаций и возникновению онкологических заболеваний. Поэтому, исследование биодegradации ксенобиотиков должно сопровождаться тестированием на генотоксичность.

Осуществляя микробиологический посев, мы впервые применили стерилизацию белого фосфора ацетоном. Генотоксичность белого фосфора определялась при помощи SOS-lux теста, выполненного, как описано в работе [3]. С целью оценки цитогенетического действия фосфора использовали тест-систему *Allium cepa* [4].

Проведенный нами расчет показал, что в используемой культуральной среде белый фосфор присутствует в избытке относительно меди от одного до четырех порядков. Белый фосфор реагирует с ионами меди в молярном соотношении 9:40, а содержание пятиводного сульфата меди в среде Придхем-Готлиба настолько мало, что даже при минимальной использованной нами концентрации белого фосфора 0.001% по массе, его молярное содержание в 25 раз выше. Поэтому он не может целиком прореагировать с ними, по крайней мере, за короткий срок. Следовательно, большая часть его взаимодействует с клетками микроорганизмов. Этот факт, наряду с аргументами, полученными

нами ранее, свидетельствует в пользу метаболизма белого фосфора. Поэтому, значительная его часть обезвреживается все-таки микроорганизмами.

Отсутствие эффективного метода стерилизации белого фосфора было одной из важных проблем при посеве микроорганизмов. Был предложен метод стерилизации P_4 . Для этого навеска ксенобиотика должна погружаться в липофильный органический растворитель. Мы предпочли пользоваться ацетоном по причине сравнительно низкой растворимости в нем белого фосфора. В контрольных средах рост отсутствовал даже спустя более 100 дней. Это указывает на то, что стерилизация навесок P_4 ацетоном эффективна.

В Токсикологическом профиле белого фосфора за 1997 год [5] сообщается об отсутствии генотоксичности данного вещества. Тест не выявил увеличение частоты мутаций. Мы решили проверить эти данные.

В оценке мутагенных и антимутагенных свойств белого фосфора с помощью SOS-lux теста, в качестве контроля использовались антибиотик митомицин С и ДНК повреждающий агент пероксид водорода. По сравнению с перекисью белый фосфор оказался слабым ДНК повреждающим агентом. Наибольшей силы SOS ответ достигает через 6-8 часов после начала эксперимента, поэтому все измерения мы проводили через это время (6 часов после внесения культуры сальмонелл в лунку планшета).

Так, в контроле интенсивность люминесценции составила 10026 ОСЕ, в присутствии белого фосфора (100 мкг/мл) до 12590, а в позитивном контроле с антибиотиком составила 45186 ОСЕ. То есть, ДНК повреждающая активность белого фосфора оказалась слабой, но достоверной, и это при разбавлении среды (изначально содержащей 0.2% P_4) до 5% [6]. При более высоких концентрациях белого фосфора его токсические свойства проявляются еще сильнее.

Важной задачей являлось исследование генотоксичности P_4 для клеток эукариот. Для этого использовали тест-систему с корешками репчатого лука *Allium cepa* (*Allium* тест). Показано, что корешки лука в присутствии белого фосфора отставали в росте. Установлено также, что P_4 существенно снижает митотическую активность тканей по сравнению с контролем и, следовательно, обладает митотоксической активностью. Как показало представленное исследование, белый фосфор резко увеличивает количество геномных аномалий. Если в контроле количество аберрантных клеток составляет примерно 0.8%, то при 0.01% белого фосфора оно достигает 5%, а при 0.02% это число почти дорастает до 8%. То есть, генотоксичность белого фосфора, как и его токсичность в целом, исключительно велика. Анализ соотношений фаз митоза показал увеличение доли клеток на стадии профазы с соответствующим уменьшением процентного отношения других стадий.

Литература:

1. А.З. Миндубаев, А.Д. Волошина, Ш.З. Валидов, Н.В. Кулик, Д.Г. Яхваров. Рост устойчивости к белому фосфору у микроорганизмов // Сборник статей Международной научной конференции «Химия и инженерная экология» - XVI.

– Казань, 25-27 сентября 2016 г. – С. 456-459.

2. Миндубаев А.З., Алимова Ф.К., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Минзанова С.Т., Тухбатова Р.И., Яхваров Д.Г. Способ детоксикации белого фосфора с применением штамма микроорганизмов *Trichoderma asperellum* ВКПМ F-1087 // Патент на изобретение № 2603259 от 1.11.2016. Бюл. 33. Дата приоритета 28. 07. 2015 г. Регистрационный номер 2015131380 (048333). Решение о выдаче патента от 29. 08. 2016 г.

3. Cooper D.L., Lovett S.T. Toxicity and tolerance mechanisms for azidothymidine, a replication gap-promoting agent, in *Escherichia coli* // DNA Repair (Amst). - 2011. - Vol. 10. -No. 3. - P. 260-270.

4. Fiskesjo G. Allium test for screening chemical evaluation of cytological parameters / in Wang W., Gorsuch J.W., Hughes J.S. Plants for Environmental Studies // 6005 J.S. (Eds), New York, NY:CRC Lewis Publishers. 1997. P. 307-333.

5. Toxicological profile for white phosphorus // U.S. Department of health and human services. USA. 1997. p. 248.

6. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Валидов Ш.З., Яхваров Д.Г. Биодegradация белого фосфора // Природа. - 2017. - №5. - С. 29-43.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА ОТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мурзин Михаил Андреевич, ассистент

Тимофеева Светлана Семёновна, доктор технических наук, профессор;
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»

Аннотация: В работе рассмотрены виды и пути оказания негативных воздействий на окружающую среду Байкальского региона при функционировании угледобывающих предприятий. Произведен расчет ущерба окружающей среде и предложены мероприятия по его минимизации.

Ключевые слова: угольная промышленность, экология, окружающая среда.

Угледобывающая промышленность относится к одному из наиболее приоритетных видов деятельности для нашей страны, связанной с добычей топливно-энергетического ресурса, такого как уголь. Уголь один из первых добытых человеком минеральных ресурсов. Область его применения обширнее, чем кажется на первый взгляд, и именно это и делает его одним из стратегически важных ресурсов для человека. Уголь применяется в энергетике в виде топлива, для дальнейшего промышленного получения электроэнергии, а также для бытового использования. Но, несмотря на постепенную газификацию, все еще во многих уголках нашей страны уголь остается единственным способом получения тепла и электричества.

При переработке угля получают такие материалы как цинк, германий, ванадий и свинец. Остатки от сжигания в виде золы получили своё применение в строительстве и сельском хозяйстве. Существует также перспективный метод получения синтетической нефти из каменного угля. Кроме этого, уголь используется в металлургической промышленности, при производстве стали и чугуна. Таким образом, уголь - это неотъемлемая часть практически всех сфер человеческой деятельности.

Но, помимо всех плюсов, угольная промышленность России является одной из экологически неблагоприятных отраслей. Негативное воздействие оказывается на все сферы природной среды в виде выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, сбросов загрязнителей в поверхностные и подземные воды, нарушение природных земель и образование отходов.

Разработка месторождений оказывает значительное воздействие на загрязненность атмосферного воздуха в угледобывающих регионах. Выбросы в атмосферу в основной массе включают себя выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания карьерной техники, аэрозолей угля и вскрышных пород [2-4]. Неутешительным является факт, что из всего количества образующихся вредных веществ 1/3 не проходит какую-либо очистку, осаждаясь на обширные

территории. И опять же, данные выбросы в атмосферу в разы увеличиваются при возникновении аварийных ситуаций, к примеру, при самовозгорании угля.

Широко известно, что открытый способ добычи угля не оказывает прямого воздействия на водные ресурсы. Однако нельзя отрицать тот факт, что негативное воздействие всё же существует. В процессе разработки месторождения происходит осушение природных водоемов, загрязнение подземных вод буровыми растворами при «мокром бурении»; размытие отвальных образований атмосферными осадками, с последующим загрязнением подземных вод, осаждение пыли и токсичных газов на зеркало природных водоемов.

Тотальное воздействие на земную поверхность при разработке угольных месторождений происходит в результате нарушения земной поверхности при добычных работах, отчуждение земель под отвальные образования, строительство зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и дорог. Да, по окончании разработки месторождений обязательная процедура рекультивации земель, но пока оно функционирует – нарушенные земли являются источником загрязнения и водных ресурсов, посредством смыва вредных веществ с поверхности земли в поверхностные и подземные, и атмосферы, посредством пыления отвалов и уступов карьера.

Воздействие на атмосферу, водные ресурсы и литосферу пагубно сказывается на животном и растительном мире, вызывая угнетение и вымирание природной среды.

Иркутская область имеет обширные запасы угольного сырья, общие разведанные запасы которого составляют 13,5 млрд. т. Добыча производится в пределах Иркутского угольного бассейна включающего три основных месторождения: Черемховское, Азейское и Мугунское. Годовой уровень добычи за 2017 г. составил 12,2 млн. т. Даже, исходя из объемов добычи, можно судить о достаточно серьезной угрозе экологической ситуации на территории региона. Добычные работы в Иркутской области осуществляет 5 предприятий по 12 объектам. Основной объем добычи осуществляет ООО «Компания «ВостСибУголь» – 11,4 млн. т. В качестве объекта исследования нами было взято одно из подразделений ООО «Компания «ВостСибУголь».

ООО Филиал «Разрез «Черемховский» является структурным подразделением ООО «Компания «Востсибуголь». Годовая добыча угля на разрезе составляет более 3 млн. т. Филиал «Разрез «Черемховский» имеет большое значение в топливно-энергетическом комплексе региона. В административном отношении месторождение располагается на территории Черемховского района, небольшая часть относится к Аларскому району, входящим в состав Иркутской области.

Черемховское месторождение каменного угля располагается в центральной части Иркутского угольного бассейна и является крупным угледобывающим центром Восточной Сибири, которое в течение длительного времени обрабатывалось как подземным, так и открытым способом. В настоящее время добыча угля ведется открытым способом. Выбор открытой

системы разработки определен горно-геологическими условиями, уровнем развития горнотранспортной техники и экономической выгодностью.

Оценка ущерба от деятельности предприятия по разработке угольного месторождения была проведена нами посредством эколого-экономической оценки ущерба окружающей природной среде, которая складывается из экономической оценки воздействия на водные, земельные, биологические ресурсы и атмосферный воздух.

Оценка величины экологического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха стационарными и передвижными источниками выбросов проведена на основе показателей удельного ущерба, представляющих собой стоимостные оценки ущерба от выброса единицы приведенной массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух. По результатам расчета было установлено, что суммарный годовой экономический ущерб атмосферному воздуху при функционировании филиала составляет 1249,13 тыс. рублей.

Оценка величины экологического ущерба от загрязнения водных объектов производится на основе региональных показателей удельного ущерба, учитывающего удельные стоимостные величины ущерба на единицу массы загрязняющих веществ. По результатам расчета было установлено, что суммарный годовой экономический ущерб водным ресурсам составляет 241,43 тыс. рублей.

Также при извлечении полезных ископаемых происходит нарушение почвенного покрова и образование твердых отходов. Суммарный эколого-экономический ущерб земным ресурсам составит 5573,15 млн рублей.

Территория, на которой осуществляется разработка месторождения, является угодьями общего пользования и не представлена юридическим лицам для осуществления пользования объектами животного мира (охотничьими животными). В результате проведения добычных работ полностью уничтожена среда обитания охотничьих животных на площади более 300 га, что относится к зоне прямого уничтожения.

Принимая во внимание характер работ, для каждого вида охотничьих животных был определен свой радиус косвенного воздействия, который составляет от 0,1 до 1,5 км. При этом косвенное воздействие рассчитано на период проведения работ по добыче угля – 5 лет ввиду того, что воздействие на среду обитания после добычи угля минимально. Ущерб в этой зоне образуется от снижения биологической продуктивности охотничьих угодий вследствие сокращения численности населяющих их зверей и птиц, из-за воздействия антропогенного и техногенного факторов в период проведения работ.

Согласно расчетам, общий размер ущерба объектам животного мира (объектам охоты) от техногенного воздействия на площади землеотвода Черемховского месторождения каменного угля составляет 165,54 тыс. рублей.

Общий суммарный экономический ущерб от воздействия на окружающую среду составил 5574,81 млн рублей.

Графически результаты расчета экологического ущерба представлены на рис. 1.

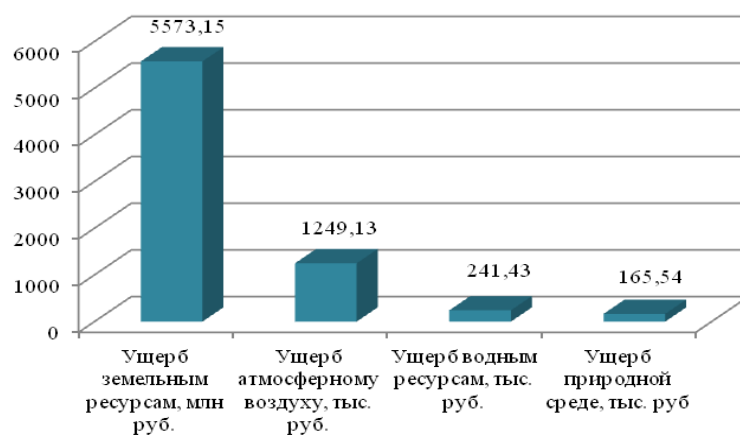


Рис. 1. Диаграмма суммарного ущерба окружающей среде от функционирования угледобывающего предприятия

Как видим из суммы ущерба, воздействие оказывается достаточно серьезное, что нельзя оставить без надлежащих мероприятий. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду предлагается предусмотреть следующее:

- организовать проведение мониторинга за состоянием окружающей среды, для оценки состояния окружающей среды и выявления ее негативных изменений;

- организовать рекультивацию земель, нарушенных горными работами, в соответствии с лицензионными условиями, по завершении отработанных запасов;

- организовать проведение тренировок по ликвидации аварийных ситуаций, для адекватного и своевременного реагирования персонала в случае возникновения чрезвычайных ситуаций оказывающих негативное действие на окружающую среду;

- разработать и внедрить систему управления экологическими рисками, которая обеспечит последовательное улучшение состояния экологической ситуации в зоне производственной деятельности предприятия и снижение экологических рисков.

Литература:

1. Корчагина Т.В., Степанов Ю.А., Бурмин Л.Н. // Уголь. – 2018. – №8 (1109). – С. 119-123.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р., Новикова С.В. Инвентаризация выбросов от автомобильного транспорта в зонах концентрации полимерных производств/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 139-142.
3. Тунакова Ю.А. Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. –

Т. 16. – № 11. – С. 51-54.

4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ ОКИСЛЕННЫХ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

Никитченко Наталья Викторовна, кандидат химических наук, доцент;

Гаврилов Михаил Михайлович, младший научный сотрудник;

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

Аннотация: Окислительная технология имеет существенные недостатки: нестабильность качества сырья, экологически грязное производство из-за выбросов летучих углеводородов и продуктов окисления в атмосферу. Поэтому необходимо модернизировать существующие производства окисленных нефтяных битумов.

Ключевые слова: Перемешивание, продукты окисления, качество сырья, технология производства, окисленные битумы, ультразвук.

Для создания нефтепродуктов (битумных материалов) с заданными свойствами, а также для регулирования качества готового продукта в битумном производстве является подготовка сырья для более эффективного проведения технологического процесса окисления. Подготовка сырья для получения дорожных битумов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации предусматривает термическую обработку сырья и компаундирование путем перемешивания различных компонентов.

В работах Сюняева З.И. и его последователей было показано, что технологические процессы необходимо реализовывать при оптимальных размерах частиц дисперсной фазы, т.е. в критических (активных) состояниях системы [1].

Термин «перемешивание» означает соединение объемов различных веществ с целью получения однородной смеси. Степень перемешивания считается характеристикой однородности смеси [2], под которой в общем случае понимают взаимное распределение двух или большего количества веществ после совершенного перемешивания всей системы.

Наиболее распространенными способами перемешивания нефтепродуктов являются: механическое - при помощи мешалок с лопастями различных конструкций; пневматическое (барботажное) - при помощи газа, пропускаемого через перемешиваемую среду, посредством барботера или другого распределительного устройства и циркуляционное - путем многократного перекачивания перемешиваемых сред из исходной емкости насосом по замкнутому контуру и возвратом его в емкость. Однако все эти способы имеют низкую эффективность перемешивания при смешении высоковязких нефтепродуктов с маловязкими, например гудронов или асфальтов деасфальтизации с вакуумными дистиллятами или экстрактами селективной очистки масел (ЭСОМ). Кроме того, известные способы характеризуются высокой энергоемкостью, требуют высоких температур

рабочих жидкостей нефтепродуктов и не дают достаточной гомогенности, необходимой для смешения нефтепродуктов разной вязкости.

В свою очередь ультразвук (УЗ), активно воздействуя на скорость химических реакций и обеспечивая стимуляцию тепло- и массообменных процессов, способствует увеличению производительности различных технологических процессов, снижению их энергоемкости и повышению качества конечной продукции. Основными преимуществами ультразвуковой обработки нефтяных сред считается ее низкая энергоемкость и абсолютная экологическая безопасность [3, 4].

Поскольку коллоидная стабильность и однородность сырья играет наиболее важную роль при производстве дорожных битумов компаундированием окисленного продукта с неокисленным сырьем, в данной работе было исследовано влияние ультразвука на физико-химические свойства и степень перемешивания (однородность) битумного сырья различного углеводородного состава,

Ультразвуковую обработку (УЗО) проводили с помощью генератора Hielscher UIP1000hd (Германия) при мощности колебаний 2,4-2,6 Вт/см² с частотой 20,0±0,1 кГц. Озвучивание проб проводили в атмосфере азота в течение 300 с.

Проведенные исследования позволяют выявить зависимости физико-химических свойств битумного сырья от воздействия ультразвука, однако показывают на изменение дисперсной структуры рассматриваемых нефтяных компонентов. После воздействия ультразвуковой обработки в углеводородном составе гудронов и дистиллятных фракций общей тенденцией выявлено повышение содержания парафино-нафтеновых углеводородов на фоне снижения содержания смол.

На стадии компаундирования установлена эффективность ультразвуковой обработки битумного сырья с окисленным битумом. Применение ультразвуковой обработки смеси окисленного битума с сырьем позволяет снизить энергозатраты на нагрев сырья и улучшить реологические свойства получаемого компаундированного битума. Разрабатываемая технология позволит сократить ряд издержек как экономического, так и технологического характера по сравнению с существующей технологией получения компаундированных дорожных битумов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках соглашения 14.577.21.0209, уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57716X0209.

Литература:

1. Сюняев, З.И. Нефтяные дисперсные системы / З.И. Сюняев, Р.З. Сюняев, Р.З. Сафиева. - М.: Химия, 1990, - 226 с.
2. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. Польша. 1971. Пер. с польск. Под ред. Щупляка И.А. Л.: Химия, 1975. – 383 с.

3. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация технологических процессов добычи и переработки нефти, очистки нефтезагрязненных вод и грунтов: автореф. дис. ... д-ра. тех. наук: / Муллакаев Марат Салаватович. – М., 2012. – 34 с.
4. Субботин И. В. Применение ультразвуковой активации битума на асфальтобетонных заводах // Интернет-журнал «Науковедение». 2012 №4 (13) [Электронный ресурс]. - М. 2012 - Ид. номер ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0421100136008. - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/27tvn412.pdf>, свободный - Загл. с экрана.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА МУП «ИЖВОДОКАНАЛ»

Новикова Юлия Алексеевна, обучающийся
Иванова Ольга Андреевна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Рассмотрены варианты по повышению эффективности очистки сточных вод на МУП «Ижводоканал».

Ключевые слова: Очистка сточных вод, биологическая очистка, биогенные элементы, реконструкция аэротенков.

Проблема очистки стоков и подготовки воды для технических и хозяйственно-бытовых целей с каждым годом приобретает все большую значимость. Сложность очистки связана с большим количеством различных примесей в стоках, количество и состав которых постоянно меняется, в связи с увеличением и появлением новых производств.

Сооружения МУП «Ижводоканал» рассчитаны на расход 265000 м³/сутки, но при этом присутствует небольшая неравномерность поступления стоков.

Соотношение БПК_{полн}:N:P (100:5:1) составило 268,00:45,40:5,00 или 100:16,94:1,87, что говорит о благоприятных условиях для проведения биологической очистки сточных вод.

Отношение БПК_{полн}/ХПК=0,62 также свидетельствует о целесообразности применения глубокой биологической очистки.

Значение рН=7,58 позволяет охарактеризовать среду поступающих стоков как благоприятную для протекания процессов биологической очистки, эффективной денитрификации. [3]

Сооружения очистки хозяйственно-бытовых стоков г. Ижевск работают по традиционной технологической схеме, получившей широкое распространение в нашей стране в 60-е годы прошлого века: механическая очистка стоков (решетки, песколовки и первичные отстойники), биологическая очистка в аэротенках с регенераторами (один из четырех коридоров). Отстаивание иловой смеси осуществляется в радиальных отстойниках, возвратный ил направляется в регенераторы насосами соответствующей насосной станции, а очищенная вода подвергается доочистке на биореакторах с ершовой загрузкой и дезинфекции на ультрафиолетовых лампах.

Хозяйственно-бытовая сточная вода от г. Ижевск после решеток и песколовок поступает в радиальные первичные отстойники (ПО) - семь рабочих отстойников диаметром 40 м. Осадок от одного до четырех раз в сутки откачивается в цех механического обезвоживания насосами НС сырого осадка. Оборудование ПО поддерживается в удовлетворительном состоянии, что с

учетом разумности конструктивного устройства и эксплуатации предопределяет устойчивую эффективную работу данного узла.

После первичного отстаивания стоки направляются на биологическую очистку. В настоящее время биологическая очистка осуществляется по схеме «Conventional» в пяти-трехкоридорных аэротенках, сблокированных в единый емкостной блок, дополненный каналами поступающего стока и возвратного ила. В четвертом коридоре аэротенков размещаются регенераторы. [1]

Из сравнительной таблицы фактических концентраций и ПДК (таблица 2) следует, что существующая схема биологической очистки не обеспечивает необходимой эффективности удаления биогенных элементов. Работы аэротенка-нитрификатора недостаточно для снижения концентраций азота и фосфора до предельно допустимых концентраций. Таким образом, для улучшения работы очистной станции и качества вод, сбрасываемых в водоем, необходима реконструкция аэротенков.

Целью реконструкции является обеспечение условий, необходимых для каждого из процессов нитрификации, денитрификации и дефосфотации.

Таблица 1

Сравнительная характеристика фактических концентраций и ПДК
веществ, поступающих в сточные воды

№	Наименование	Фактическая концентрация	ПДК
1	Азот общий	33,5	10-20
2	Фосфат-ион	5,64	3,5
3	Фосфор общий	2,85	1-5
4	Хлорид-ион	99,2	350
5	Сульфат-ион	93,7	500

С помощью сравнительной таблицы фактических концентраций биогенных элементов и ПДК веществ (табл. 1), поступающих в сточные воды, было определено несколько вариантов реконструкции [2]:

Вариант №1. Использование существующих объемов аэротенков для организации принятой схемы удаления азота и фосфора с помощью реконструкции аэрационной системы, обвязки сооружений, установки насосов для перекачки иловой смеси; первичные и вторичные отстойники при этом не реконструируются;

Вариант №2. Строительство новых сооружений биологической очистки, первичные и вторичные отстойники при этом также не реконструируются;

Вариант №3. Строительство компактных блоков, объединяющих в себе первичные отстойники, аэротенки с глубоким удалением биогенных элементов и вторичные отстойники. [4]

Первый вариант реконструкции очистных сооружений заключается в использовании существующих объемов, он является наиболее простым и экономичным вариантом (рис.2). Этот вариант представляет из себя

модификацию только системы подачи и забора воды из аэротенка, систему аэрации и перемешивания иловой смеси, организацию нитратного рецикла без строительства дополнительных сооружений. Первичные и вторичные отстойники не реконструируются. Проверяется возможность организации процессов нитрификации, денитрификации и дефосфотации при существующих эффектах осветления и существующих объемах аэротенков, возможность проведения глубокой биологической очистки сточных вод.

Второй вариант - реконструкция станции очистки воды путем строительства новых сооружений биологической очистки на месте старых без реконструкции других сооружений, он является неэкономичным, но эффективным способом реконструкции (рис.3). Строительство новых сооружений требует больших площадей, но позволяет достичь низких концентраций биогенных элементов, улучшения показателей качества очищенных сточных вод.

Третий вариант включает в себя реконструкцию первичных отстойников, аэротенков и вторичных отстойников путем строительства на их месте компактных модулей, это позволяет изменить степень осветления, глубину биологической очистки сточных вод (рис.4). Данный вариант реконструкции требует немалых вложений, но позволяет значительно улучшить качество сбрасываемых сточных вод. Путем расчетов проверяется возможность применения компактных модулей на существующей станции очистки сточных вод.

При расчете примерной стоимости всех вариантов реконструкции аэротенков, было выявлено, что первый вариант реконструкции более экономичен [5].

Так же при составлении сравнительной характеристики фактических концентраций веществ до и после реконструкции (таблица 2) видно, что выбранный вариант реконструкции целесообразен.

Таблица 2

Сравнительная характеристика фактических концентраций до и после реконструкции

№	Наименование	Фактическая концентрация до реконструкции	Фактическая концентрация после реконструкции	ПДК
1	Азот общий	33,5	17,2	10-20
2	Фосфат-ион	5,64	2,11	3,5
3	Фосфор общий	2,85	1,23	1-5
4	Хлорид-ион	99,2	74,23	350
5	Сульфат-ион	93,7	71,3	500

Из таблицы 2 следует, что реконструкция аэротенка с модификацией только системы подачи и забора воды из аэротенка, системы аэрации и перемешивания иловой смеси, так же организацией нитратного рецикла без строительства дополнительных сооружений дает положительный результат.

Из рассмотренных вариантов очистки сточных вод для МУП «Ижводоканал» был выбран оптимальный, который включает в себя использование существующих объемов аэротенков для организации принятой схемы удаления азота и фосфора с помощью реконструкции аэрационной системы, обвязки сооружений, установки насосов для перекачки иловой смеси.

Литература:

1. Карманов А.П., Полина И.Н., Технология очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учебное пособие : самост. учеб. электрон. изд. / А. П. Карманов, И. Н. Полина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2015.
2. Экологический портал УР [Электронный ресурс] // URL: http://eco18.ru/ekologicheskie_karty/gos_doklad
3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
4. Информация об оборудовании для реконструкции аэротенка [Электронный источник] // URL: <https://tiu.ru/Aerotenk-biopurit.html>

СОЗДАНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ АКТИВНОГО ИЛА – НАИВАЖНЕЙШАЯ ЗАДАЧА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Новоселова Алена Игоревна, обучающийся

Ширниех Альберт Албиерович, обучающийся

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Аннотация. Биологическую очистку можно считать основным этапом очистки производственных сточных вод. Она основывается на способности микроорганизмов разлагать органические соединения, а также биогенные элементы в сточной воде при помощи активного ила — биоценоза бактерий и простейших.

Ключевые слова: активный ил, условия активного ила, биологическая очистка, сточные воды.

Биологической очистки невозможна без участия микроорганизмов, ведь, в противном случае, процесс химического превращения соединений, содержащихся в загрязненной воде, происходил бы в течение долгого периода времени. Сам процесс очистки осуществляет сложное сообщество микроорганизмов – активный ил [1].

Очищение стоков производится за счет поглощения органической составляющей простейшими микроорганизмами, а также биохимического окисления и биосорбции. Бактерии – основа активного ила. Их количество колеблется от 10^8 до 10^{14} клеток на 1 г сухого вещества активного ила [1]. Все микроорганизмы активного ила питаются гетеротрофно: они поглощают готовую органическую пищу, которая растворена, а также ту пищу, которая присутствует во взвешенном виде в поступающих сточных водах.

На очистных сооружениях происходят постоянные изменения химических, физических и биологических условий функционирования активного ила, а именно состава очищаемых сточных вод, что оказывает значительное влияние на состав и общее состояние смешанной популяции микроорганизмов активного ила. При благоприятных условиях бактериальный состав активных илов стабилен в течение длительного периода эксплуатации. Вот почему важно держать следующие основные показатели среды в пределах нормы: температура, рН, содержание токсичных веществ, БПК, ХПК [2]. Оптимальная температура для распространенных популяций биоценоза активного ила находятся в пределах от 20 °С до 28 °С [2]. При снижении температуры стоков менее 6 °С активность микроорганизмов значительно снижается, а при превышении значения в 37 °С понижается содержание растворенного кислорода, что приводит к уменьшению скорости перевода органического азота в нитратные соединения.

Активный ил может полноценно функционировать только в пределах от 6,5 до 7,8 значений pH [2], то есть в нейтральной, или слабощелочной среде, именно такие условия обеспечивают развитие полезных форм биоценоза активного ила и его максимальную способность к осаждению. При меньшем значении pH среды происходит подавление обменных реакций у флокулообразующих бактерий, измельчение хлопьев активного ила, что означает значительное ухудшение его способности к осаждению. При увеличении значения pH среды у флокулообразующих бактерий происходит повышение интенсивности обменных реакций, при этом при увеличении содержания гидроксильных ионов, при pH больше 9,5, наблюдается гибель бактериальной массы активного ила.

Содержание токсичных веществ. Важно контролировать количество токсинов. Соли тяжелых металлов (Ni, Zn, Mn, Al, Си и т.д.) даже в малых концентрациях (менее или равных 1 мг/л) оказывают токсичное действие на микроорганизмы ила. При наличии нефтепродуктов и масел в стоках необходимо установить специальное оборудование — нефтеловушки, улавливатели жира или предусмотреть флотационный способ. Предельным содержанием нефтепродуктов в возвратном иле является значение более 10% - 15% от его сухой массы [2]. При превышении предела накопления нефтепродуктов или при значительном их содержании в воде нарушается баланс между сорбцией и биоокислением углеводов, что приводит к потере способности ила к осаждению.

Соотношение БПК: ХПК должно быть 1:2 [2]. Также, стоит отметить, что для роста микроорганизмов активного ила и нормального протекания процессов окисления, необходимо присутствие макроэлементов сточной воде, в том числе биогенных элементов — азота и фосфора. По данным исследований для городских сточных вод оптимальным соотношением органических веществ и биогенных элементов, является: БПК:N:P=100:5:1 [3]. Для поддержания этого соотношения используются процессы нитрификации и дефосфотации. Эти оба процесса как бы противоречат друг другу. Чем интенсивнее нитрификация, тем больше фосфатов накопится в клетках бактерий, и тем больше бактерии их отдадут в очищенную воду в анаэробных условиях вторичных отстойников [4]. Кроме того, содержание фосфатов в очищенных водах может возрастать за счет разрушения клеток активного ила, а также при голодании и самоокислении активного ила, когда его клетки отдают накопленный фосфор в окружающую воду, например, в минерализаторах [4].

Продукты питания для активного ила поступают вместе со сточными водами. Поэтому важно следить за тем, чтобы концентрации загрязнителей были в оптимальном количестве, в противном случае возможно вспухание активного ила. Вспухание биомассы активного ила, являющиеся следствием нарушения состояния его биоценоза под воздействием неблагоприятных условий среды, определяется в основном интенсивным развитием популяций бактерий, являющихся конкурентами флокулообразующих бактерий. При этом явлении увеличивается объем активного ила и ухудшаются его

седиментационные свойства. Самым лучшим комплексом мер по подавлению вспухания активного ила, является профилактика этого процесса, заключающаяся в постоянном контроле за состоянием среды, в которой развивается экосистема активного ила и принятии своевременных мер по предотвращению возможных отклонений.

Литература:

1. Б.С. Ксенофонов, Е.Е. Гончаренко Интенсификация процессов очистки воды с использованием биофлокулянта // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки, 2016. №3. С. 118-127.
2. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2003. С.137-148.
3. URL: <http://vodaco.ru/tehnologii/biologicheskaya-ochistka> (Дата обращения: 29.05.2018)
4. Непогодин А.М., Пластинина Е.В, Дягелев М.Ю. Обзор современных технологий удаления азота и фосфора из городских сточных вод // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах. Том 1 / Юргинский технологический институт. Томск, 2015. С. 206-211.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ

Сабирьянов Алик Газизьянович, преподаватель первой категории,
филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей
сообщения» в г. Казань

Аннотация. Известно, деятельность предприятий оказывает неблагоприятное влияние на водные объекты. Для контроля качества и своевременного принятия решения о локализации источника загрязнений, можно предложить методы мониторинга с использованием инфраструктуры предприятий железнодорожного транспорта за счет размещения датчиков по контролю за состоянием водных объектов на искусственных сооружениях железных дорог.

Ключевые слова: искусственные сооружения, мост, водопропускная труба, водоток, железная дорога.

При осуществлении контроля экологической ситуации в определенных районах местности существуют проблемы, которые связаны с размещением приборов или датчиков для забора контролируемой среды. Это связано с тем, что для размещения данных приборов необходимы условия, которые бы обеспечивали их сохранность, доступность, удобство монтажа (демонтажа), а также необходимо размещение данных датчиков в определенном количестве для охвата всей контролируемой территории [1].

По моему мнению, такими условиями обладают искусственные сооружения железных дорог (мосты, водопропускные трубы в насыпях, и др.). Данные сооружения расположены на расстоянии друг от друга в среднем 1-3 км по всей длине железных дорог и охватывают большие территории. Доступность к большинству мостов и труб обеспечена автодорогами, в том числе грунтовыми вдоль железной дороги и практически у каждого сооружения имеются лестницы для спуска непосредственно к мосту или трубе. Так как на данных сооружениях осуществляется надзор в виде текущих или периодических осмотров обслуживающим персоналом, то и сохранность установленных датчиков тоже может проверяться [2]. Некоторые мосты на крупных реках имеют круглосуточное наблюдение.

Требуется заключить договора с дирекциями инфраструктуры железных дорог на использование искусственных сооружений для мониторинга окружающей среды. Отдельными типовыми проектными решениями можно утвердить необходимые схемы размещения данных датчиков и согласовать порядок действий по их временному демонтажу во время проведения ремонтных работ на мосту или в трубе. На мостах датчики целесообразно располагать на опорах, а в трубах – на оголовках [3].

Еще одно преимущество данного предложения заключается в том, что можно использовать водотоки протекающие в водопропускных трубах и под мостами для сбора информации о водной среде. Анализируя полученные

результаты можно сделать выводы о составе и качестве воды, вредных примесях, несанкционированных сбросов отходов в водоток и др. Будет получена достоверная информация по определенному району ограниченному площадью водосбора. Далее можно определить источник загрязнения, расположенный выше точки отбора проб.

Литература:

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. – Калуга, 2003. – 884 с.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. – М.: ООО «Техинформ», 2014.- 520с.: цв.ил.
3. Шабалина Л.А. Искусственные сооружения. – Москва, 2007. – 264с.

ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

Севастьянов Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор,
Кайшева Татьяна Александровна, обучающийся,
Котлякова Светлана Александровна, обучающийся,
Маркова Анастасия Николаевна, обучающийся,
Ушакова Анастасия Олеговна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация. В статье рассмотрены программные продукты по обеспечению системы управления охраной труда, а именно: Программа АРМ «ОТ», IT: Управление охраной, ELMA. Данные программы специализируются на анализе, систематизации и структурировании информации, касающейся охраны труда на предприятии.

Ключевые слова: система управления охраной труда, охрана труда, информационные системы.

Охрана труда играет важную роль в современном производстве. Для ее обеспечения на предприятии вводится специальная система управления, которая позволяет обеспечить управление рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, связанными с деятельностью организации.

Данная система включает в себя:

- организационную структуру;
- деятельность по планированию;
- распределение ответственности;
- процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения;
- достижения целей, анализа результативности политики и мероприятий по охране труда в организации (ГОСТР 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации») [1].

Для решения этих задач существует ряд информационных продуктов, облегчающих процесс поддержания СУОТ в актуальном функциональном состоянии [2,3].

Программа АРМ «ОТ» (автоматизированное рабочее место «охрана труда») является программным обеспечением автоматизированного рабочего места специалиста по охране труда. Программа предназначена для информационной поддержки деятельности специалиста по охране труда, актуализации и анализа информации, касающейся вопросов охраны труда на предприятии.

Программа позволяет выполнять следующие задачи:

1) Ведение учета архива локальных актов по охране труда, осуществление контроля над их своевременным пересмотром, медосмотров, составление графиков проведения медосмотров;

2) Ведение учета нарушений по охране труда, проведение анализа нарушений по охране труда;

3) Ведение учета персонала, его проверки знаний, составление графиков проверки знаний персонала, а также автоматизирование процесса проверки знаний персонала;

4) Ведение учета травматизма, проведение анализа травматизма на предприятии [4].

IT: Управление охраной (рис.1). Программа создана с целью освобождения работников от рутинной, непроизводительной деятельности, оптимизации издержек при обеспечении средствами защиты, обеспечения строгого соответствия государственным и корпоративным требованиям охраны труда.

Программа позволяет выполнять все основные нормативные требования государственной СУОТ:

1. Планирование, проведение и контроль инструктажей, обучения, медосмотров, аттестации рабочих мест по условиям труда, расследование и учет несчастных случаев;

2. Трехступенчатый контроль в режиме реального времени;

3. Внутренние аудиты, предписания, отчетность;

4. Обеспечение средствами индивидуальной защиты [5].

5.

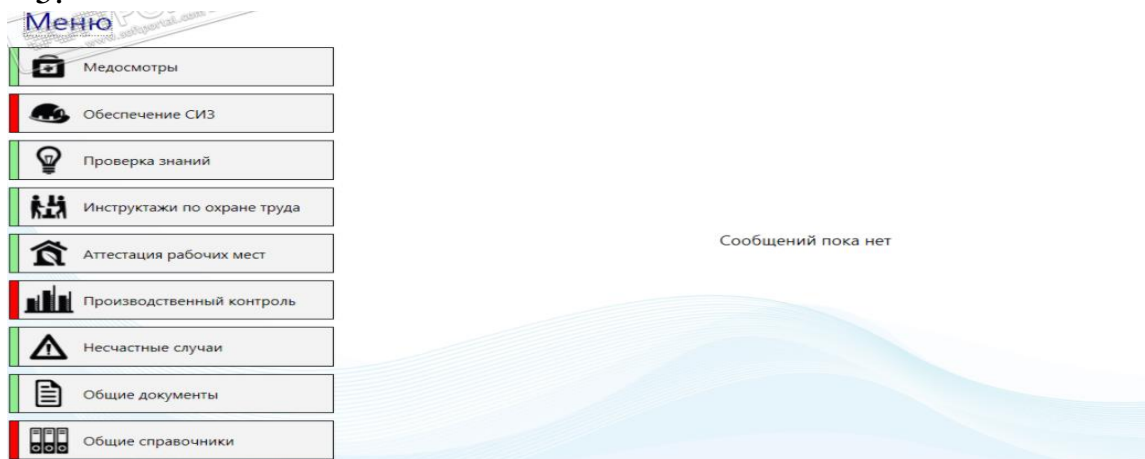


Рис.1. IT: Управление охраной труда

ELMA — это BPM-система (*business process management*), позволяющая автоматизировать и непрерывно улучшать бизнес-процессы (рис. 2). Система является универсальным инструментом для управления бизнес-процессами всех типов и любой сложности, в том числе производство, логистика, документооборот, кадры, маркетинг, продажи.

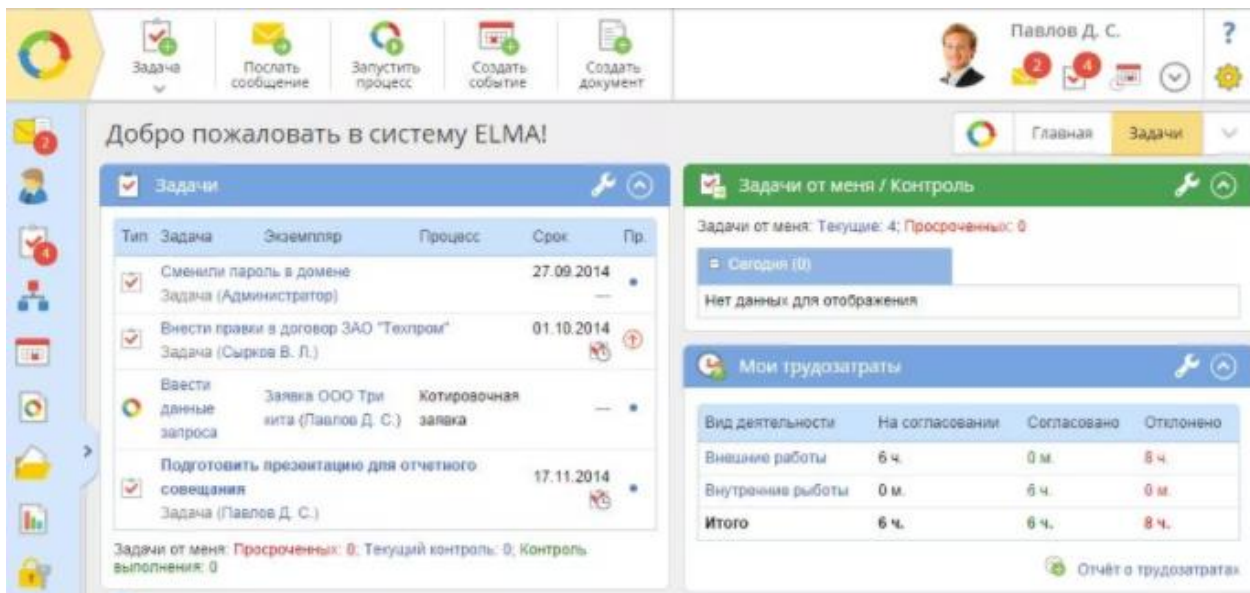


Рис. 2. Программа ELMA

Данные программные продукты помогают в работе специалиста по охране труда, систематизируют, анализируют информацию и регулируют работу. Кроме того, программы снимают ряд рутинных обязанностей со специалиста, а именно: планирование инструктажей, распределение ответственности между персоналом и его учет, а также ведение архива, учет медосмотров, нарушений по ОТ и другие.

Литература:

1. ГОСТ Р 12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации».
2. Севастьянов Б.В., Шадрин Р.О. Прогнозирование рисков травмирования работающих в муниципальных образованиях Удмуртской Республики // Проблемы прогнозирования. -2012. - №1(130). – С. 152-157
3. Севастьянов Б.В., Шадрин Р.О. Прогнозирование числа пострадавших на производстве и коэффициента частоты травматизма работающих в Удмуртии // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2011. – №1. – с. 128-131
4. АРМ "ОТ" - автоматизированное рабочее место специалиста по охране труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_soft/arm/.
 IT: Управление охраной труда - Разработки для 1С [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dogma.su/software/sysot/6762>.

НЕГАТИВНАЯ РОЛЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

Спирина Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент
Белосохова Дарья Сергеевна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

Аннотация: Проведены гидрохимические исследования водных объектов Татарстана на содержание в воде нефтепродуктов флуориметрическим методом. Определены массовые содержания загрязнителей в 10 пробах воды, выявлены наиболее загрязненные участки волжского бассейна. Предложены мероприятия по улучшению экологического состояния водоемов.

Ключевые слова: нефтепродукты; загрязняющие вещества; ПДК; гидрохимическое исследование; флуориметрический метод, анализатор жидкости «Флюорат-02-5М»

Известно, что промышленные предприятия, тепловые и гидроэлектростанции негативно влияют на качество природных вод. Нефтепродукты, бытовые и сельскохозяйственные стоки загрязняют Волгу, делая ее воды непригодными для использования, хотя для многих фабрик, заводов и промышленных предприятий она является источником водоснабжения.

Различают несколько основных видов водопользования: хозяйственно-питьевое, культурно-бытовое и рыбо-хозяйственное. В соответствии с этими видами водопользования нормируются состав и свойства воды и ПДК вредных веществ.

Анализ данных ежегодных отчетов ФГУ «Средволгаводхоз» за последние пять лет показывает, что качество воды Куйбышевского водохранилища, которой снабжают Казань и населенные пункты вдоль волжского берега, не удовлетворяет требованиям по ряду показателей. В основном в воде находят превышения по содержанию железа, нефтепродуктов, фенола, марганца и меди. Вода в местах около крупных промышленных предприятий РТ не опускается ниже третьего класса (из пяти классов качества воды, определяющихся в зависимости от значения индекса загрязнения воды) [1].

В Татарстане в нефтедобывающих районах источником загрязнения рек и водоемов являются сбросы отработанных и пластовых вод нефтепромыслов. В результате загрязнения воды отходами нефти изменяются физические и химические свойства воды, что ухудшает условия обитания в ней рыб и растений, вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, рН, ухудшается газообмен с атмосферой [2].

Целью данных исследований является анализ негативного воздействия нефтепродуктов, изучение методик определения загрязняющих веществ и

разработка мероприятий по снижению данного воздействия на окружающую среду.

Для количественного определения нефтепродуктов разработано множество методик, однако они не удовлетворяют основным требованиям в связи со сложным и непостоянным составом нефти. Для определения загрязнений на уровне ПДК применяют гравиметрический, спектрофотометрические (в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра), люминесцентные, газохроматографические методы.

Гидрохимические исследования позволяют оценить общее состояние водоема, выявить зоны загрязнения, определить состав и концентрации загрязнителей и дать оценку влияния этого загрязнения на состояние экосистемы и здоровье человека.

В ходе мониторинга исследования природной воды на базе гидрохимической лаборатории ФГУ «Средволгаводхоз» проведен анализ 10 взятых проб на содержание в водоемах нефтепродуктов.

Анализ воды на нахождение в ней нефтепродуктов проводился флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-5М». Этот метод основан на экстракции нефтепродуктов гексаном, очистке при необходимости экстракта с последующим измерением интенсивности флуоресценции экстракта, возникающей в результате оптического возбуждения. Анализатор «ФЛЮОРАТ-02-5М» предназначен для измерений массовой концентрации неорганических и органических соединений в воде, а также в воздухе, почвах, технических материалах, пищевых продуктах и других объектах после перевода анализируемых веществ в раствор [3]. Отбор анализируемых проб проводился согласно ГОСТ Р 51592 и нормативным документам. Объем отбираемой пробы составлял приблизительно 100 см³. На рисунке 1 и таблице 1 представлены результаты анализируемых проб природных вод, взятых в 10 пунктах водоемов [4].

Таблица 1

Местонахождение исследуемых проб воды и способ расчета концентрации нефтепродуктов

№	Название водоема	Способ расчета $C = V \cdot \rho / 1000$ [г/л]	ПДК	Результат
1	Ундоры	$C = 100 \cdot 0,622 / 1000$	0,1	0,0622 г/л
2	Луначарск	$C = 100 \cdot 0,470 / 1000$	0,1	0,047 г/л
3	Лебедино	$C = 100 \cdot 0,578 / 1000$	0,1	0,0578 г/л
4	Ташевка	$C = 100 \cdot 0,438 / 1000$	0,1	0,0438 г/л
5	Новодевичье	$C = 100 \cdot 0,553 / 1000$	0,1	0,0553 г/л
6	Волжск	$C = 100 \cdot 0,574 / 1000$	0,1	0,0574 г/л
7	Свияга	$C = 100 \cdot 0,534 / 1000$	0,1	0,0534 г/л
8	Козловка	$C = 100 \cdot 0,522 / 1000$	0,1	0,0522 г/л
9	Шуран	$C = 100 \cdot 0,742 / 1000$	0,1	0,0742 г/л
10	Ст.Майна	$C = 100 \cdot 0,855 / 1000$	0,1	0,0855 г/л

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов составляют: для водоемов обще-санитарного пользования $0,3 \text{ мг/дм}^3$, для водоемов рыбо-хозяйственного назначения $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

Из таблицы видно, что ни одна из проб не превысила нормативы ПДК обще-санитарного пользования водных ресурсов. Однако это не означает, что проблема загрязнения волжского бассейна отсутствует.



Рис.1. Диаграмма состояния областей Республики Татарстан на содержание в пробах воды нефтепродуктов

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на окружающей среде и организме человека. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и, в некоторой степени, наркотическое воздействие на организм человека, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела, вызывая заболевания и их гибель.

Для снижения вредного воздействия загрязнителей необходимо проводить инженерные мероприятия по улучшению состояния водоемов.

Эти мероприятия подразделяются на организационно-технические и технологические, которые направлены на поддержание ряда действий по соблюдению технологического регламента, процессов очистки газов и сточных вод, контролю над исправностью приборов и оборудования. Необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологии, машины, механизмы и материалы, используемые в производстве, которые обеспечивают снижение техногенных нагрузок на экосистему.

Таким образом, учитывая отрицательное влияние нефтепродуктов, особенно в концентрациях $0,001-10 \text{ мг/дм}^3$, необходимо отметить, что используемые в настоящее время методы очистки воды от нефтепродуктов

должны способствовать ускорению процесса восстановления качества воды и дальнейшему ее безопасному использованию.

Несмотря на разработку большого количества способов очистки вод от нефти и нефтепродуктов, эта проблема не решена и является весьма актуальной.

Литература:

1. Алексеева И.К., Ганина Т.Г., Зарипова М.С. и др. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Татарстан. - Казань, Изд.: ООО «Веда», - 2018 г., - 128с.
2. Бродский Е.С., Савчук С.А. Определение нефтепродуктов в объектах окружающей среды // Журн. аналит. химии. – 1998, №12. – с. 1238-1251
3. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ - 02» (М 01-05-2012)
4. Спирина О.В., Белосохова Д.С. Гидрохимическое исследование природных вод на содержание нефтепродуктов. - Казань: «Новое знание», Сборник трудов VIII международного конгресса «Чистая вода», - 2017, с. 218-221

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОХРАНЯЕМЫХ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ КАЗАНИ

Токинова Римма Петровна, кандидат биологических наук;
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. Парк Победы имеет статус особо охраняемой природной территории местного значения и рассматривается как одна из ключевых территорий в природно-рекреационном каркасе г. Казани. Изучаются возможности по развитию рекреационной инфраструктуры на территории парка с учетом специфики его ландшафтного и видового разнообразия.

Ключевые слова: экология городской среды, ООПТ, Парк Победы

Сохранение в городских условиях природных зон, лесов, парков, водоемов, выполняющих значимые экологические функции, рассматривается как качественное улучшение среды обитания человека и повышение безопасности и комфортности городской среды [1,2].

Природный комплекс Парка Победы располагается в правобережной долине реки Казанки на месте ранее существовавшего Кизического болота. В первой половине XX столетия здесь велась разработка торфяных залежей для промышленных нужд Татарской республики. В настоящее время фрагменты болота сохранились в виде озёрно-болотного комплекса, находящегося в черте г. Казани в плотном окружении автомагистралей и жилых кварталов с высокоэтажной застройкой.

Длительный период времени озёрно-болотный комплекс находился в запущенном состоянии. На это указывают находящиеся на его территории многочисленные свалки из строительных и бытовых отходов, полуразрушенные конструкции трубопроводного коллектора, следы кострищ и вызванные ими палы почвы и травы. Вместе с тем, несмотря на антропогенную трансформацию, природный комплекс не утратил своего биоразнообразия. Сложившиеся здесь условия обеспечивают пригодные местообитания для водоплавающих птиц, использующих отдаленные уголки парка как места для гнездовий. Особой достопримечательностью парка является популяция чайки озерной, образующей здесь одну из крупнейших в городе и его окрестностях колонию. На территории озёрно-болотного комплекса выявлены местообитания нескольких видов птиц и земноводных (выпь малая и большая, камышница, малая крачка, краснобрюхая жерлянка и гребенчатый тритон), которые занесены в список охраняемых видов Красной книги РТ. Для сохранения ценного природного комплекса, в 2009 году Постановлением исполкома г. Казани (от 20.02.2009 №826) данной территории присвоен статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) местного значения «Парк Победы».

В настоящее время в рамках проектов благоустройства городских природных зон г. Казани планируется интеграция ООПТ «Парк Победы» в природно-рекреационный комплекс города. Для этого изучаются возможности

рекреационного использования территории и развития необходимой для этого инфраструктуры. С целью разработки научно обоснованного подхода к решению этих вопросов в 2017-2018 гг. специалистами Института проблем экологии и недропользования проведено комплексное экологическое обследование парковой территории.

Учитывая высокий (для внутригородской черты) уровень биологического разнообразия, отражающий имеющееся разнообразие местообитаний среди наземных и водных экосистем, решение вопроса об интеграции ООПТ «Парка Победы» в природно-рекреационную структуру города видится в преодолении противоречий его природоохранным функциям. Необходимость сохранения местообитаний птиц и других животных, в числе которых законодательно охраняемые, делает задачу сохранения биоразнообразия ООПТ приоритетной перед антропоцентричным подходом к природным зеленым территориям города как к зонам массового отдыха и развлечений. Масштабная реконструкция парка и избыточная рекреация может нести риски снижения видового, ландшафтного разнообразия и к исчезновению многих видов птиц, без которых своеобразие и привлекательность этого природного объекта будет в значительной степени утрачена.

Наиболее важным шагом в решении данной проблемы является проведение функционального зонирования территории ООПТ с выделением эколого-сберегающей и рекреационной зон (подобно зонированию, предусмотренному для природных парков регионального значения). На участках, используемых птицами для гнездования, необходимо выделение природоохранной «зоны покоя» – главной зоны, которая в гнездово-выводковый период должна оставаться полностью недоступной для человека и бродячих животных, и на которой запрещено ведение какой-либо хозяйственной деятельности. Развитие рекреационной инфраструктуры парка целесообразно ограничить местами, традиционно используемыми населением, каковыми является исторически сложившаяся пешеходная сеть из аллей и троп.

Рекреационная деятельность парка, как предполагается, может носить ограниченный характер и быть направленной на орнитологическую (изучение птиц) и тельматологическую (от англ. telmatology – область географии, изучающая водно-болотные угодья) *природо-познавательную* рекреацию. Наблюдение за уникальным биоразнообразием болотных экосистем в условиях, максимально приближенных к естественным, будет способствовать преодолению предубежденного отношения к болотам со стороны общественности как к бесполезным территориям. Рекреационная зона парка может стать удобной площадкой для организации образовательно-программных экскурсий («экологическая тропа») с целью пропаганды ценности водно-болотных угодий и воспитания культуры экологического туризма.

Своеобразие болотных экосистем, как известно, проявляется, прежде всего, в аккумулятивном характере протекающих в них биологических процессов, что обеспечивает депонирование связанного углерода и воды. Накопление органических остатков в них происходит в виде торфа, благодаря

высокой водоудерживающей способности которого, болотные объекты способны запасать значительные объемы воды. Торфяные болота, тем самым, способствуют стабилизации гидрологического и геохимического режима окружающих территорий [3]. В городских условиях выполнение этих важных средозащитных функций позволяет рассматривать объекты с торфяными отложениями как природные составляющие гидроинженерной защиты. Эту специфику озёрно-болотного комплекса необходимо также учитывать при выборе мероприятий по его благоустройству. В частности, во избежание риска нарушения гидрологического режима на прилегающей к Парку Победы территории, не рекомендуется масштабная реконструкция береговой линии водных объектов и проведение дноуглубительных работ.

Таким образом, учитывая специфику озёрно-болотной экосистемы, высокочувствительной к любого рода антропогенному вмешательству, развитие рекреационной инфраструктуры здесь должно быть ограничено во избежание ущерба ландшафтному и видовому разнообразию, а также средообразующим и средозащитным функциям природного комплекса. Предложенный подход рекомендуется закрепить путем внесения дополнений в нормативно-правовые акты о порядке использования и охраны особо охраняемой природной территории местного значения «Парк Победы».

Литература:

1. Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. – Л.: Наука, 1979. – 188 с.
2. Глебова И.С. Анализ комфортности проживания в крупнейшем городе и возможности ее повышения (на примере г. Казани) // Учёные зап. Казанского ун-та (Гуманитарные науки). – 2011. – Т. 153, кн. 4. – С. 198-210.
3. Кравчук Л.А. Структурно-функциональная организация ландшафтно-рекреационного комплекса в городах Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 171 с.

УДК 504.064.

ОЦЕНКА И ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Файзуллин Артур Рустемович¹, обучающаяся

Сибгатуллина Ольга Сергеевна¹, ст. преподаватель

Гумерова Гузель Ильдаровна¹, кандидат технических наук, ст. преподаватель

¹ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: Представлены результаты оценки зоны риска по распределению соединений тяжелых металлов в атмосферном воздухе в районе действия мусоросжигательного завода.

Ключевые слова: термическая утилизация, тяжелые металлы, твердые коммунальные отходы

Данные официальной статистики о состоянии атмосферного воздуха в г. Казани указывают на то, что увеличение антропогенной нагрузки на атмосферу города продолжает оставаться основной угрозой для городской среды. В первую очередь это проявляется в увеличении доли естественных экосистем с выраженной неспособностью к самовосстановлению, а также в ухудшении качества среды, где проживает городское население. Это подтверждается социологическими исследованиями, проводимыми среди населения города. Кроме того, неблагоприятное воздействие измененной окружающей среды выражается в увеличении затрат населения на лечение и профилактику заболеваемости. По мнению авторов, подобная тенденция будет усиливаться в результате повышения техногенной нагрузки на городскую среду.

Таким образом, напряженная экологическая ситуация все в большей степени будет приводить к нежелательным последствиям в социальной и хозяйственной жизни общества. Оценка зоны риска по распределению загрязняющих веществ в атмосферный воздух позволят получить не только информацию о текущем состоянии окружающей среды, но и выявить будущие угрозы, позволяющие разработать мероприятия в природоохранной политике и природопользовании.

Проблема полной или частичной утилизации твердых коммунальных отходов для крупных городов с населением более 0,5 млн. человек актуальна, прежде всего, с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду. В ходе утилизации ТКО в городскую среду выделяется большое количество особо опасных соединений, обладающих высокой токсичностью [1]. В процессе сжигания отходов при температуре более 800°C в отходящих газах и летучей золе присутствуют большое количество органических соединений, таких как альдегиды, фенолы, хлорорганические соединения, а также тяжелые металлы и их соединения. Выявлено, что пластмассы являются источником образования в летучей золе и шлаке кадмия, свинца, цинка и олова; при сжигании люминесцентных ламп и сухих гальванических элементов

выделяются пары ртути и ее соединения. Окислы кадмия выделяются при утилизации стекла, кожи, резины, а также синтетических материалов [2,3].

Сложность такого метода переработки отходов заключается в многокомпонентности отходов, что приводит к определенным трудностям при нормировании загрязняющих веществ. Контроль образующихся выбросов связан с повышенными санитарными нормами к процессу их переработки. Очень важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города. Поэтому авторами было предложено в ходе исследования выделить маркерные металлы, по которым можно контролировать деятельность подобных предприятий [4].

Цель исследования заключалась в получении расчетным методом полей концентраций распределения соединений тяжелых металлов на участке вблизи МСЗ до и после очистки. В качестве маркерных металлов были выбраны кадмий, хром, никель, свинец и цинк. Авторами была предложена технология очистки выбросов, содержащих соединения тяжелых металлов. Основным методом очистки от мелкодисперсных аэрозолей был предложен метод фильтрации с помощью активированного угля. Предложенная технологическая схема по очистке дымовых газов, которая включает в себя распылительный абсорбер, рукавный фильтр, фильтр активированного угля, установка для очистки газов от оксида азота, соответствует всем требованиям экологической безопасности на предприятии [3].

Расчет концентраций и рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выполнялся в программе УПРЗА «Эколог» версии 4.50. Расчеты рассеивания выполнялись по всем веществам, присутствующим в выбросах, и группам суммаций, образованными этими веществами, без учета фонового загрязнения атмосферы. Поля концентраций распределения некоторых загрязняющих веществ представлены ниже на рис. 1 и 2.

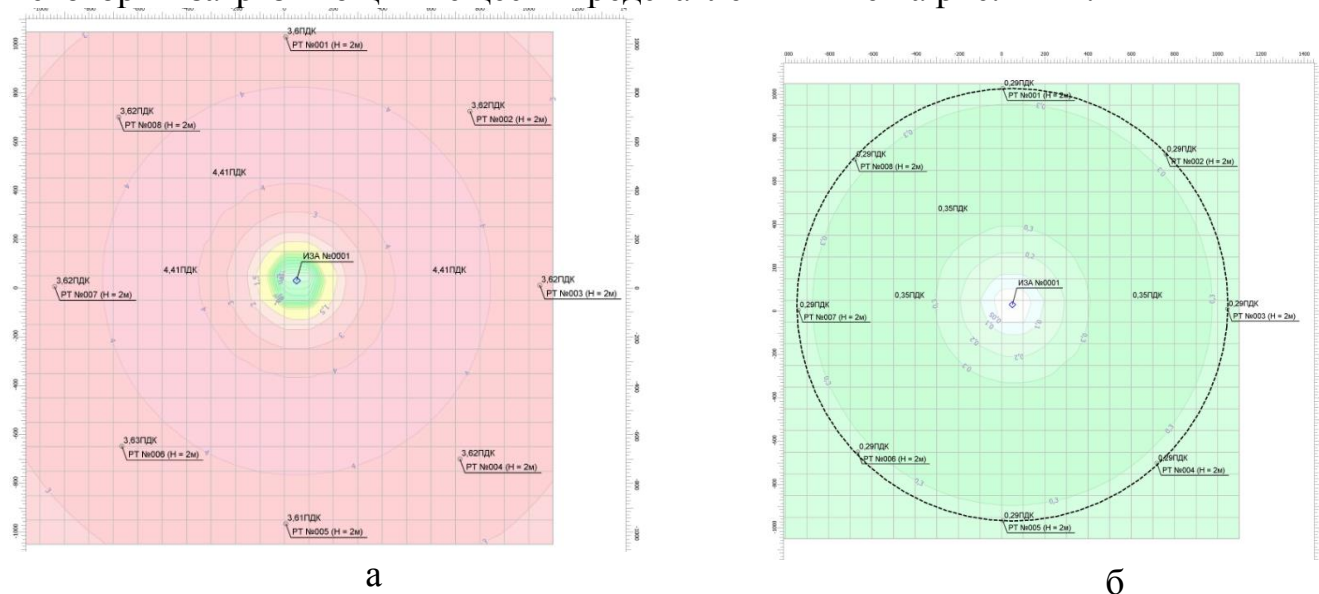


Рис. 1. Поле концентраций распределения свинца и его соединений (в пересчете на свинец):
а – до очистки; б – после очистки

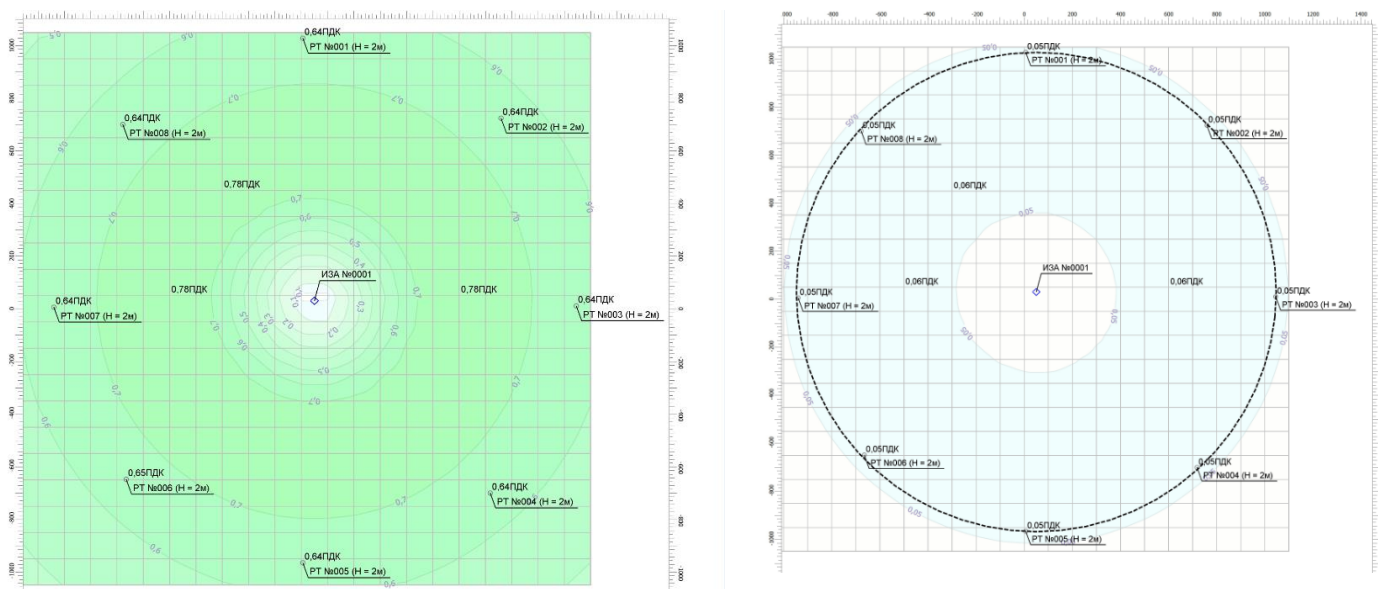


Рис.2. Поле концентраций распределения взвешенных веществ:
а – до очистки; б – после очистки

Анализ полей концентраций показал, что полученный расчетный состав выбросов входят 8 наименований маркерных металлов. Полученная расчетным путем, эффективность очистки составила 92%. Необходимо учесть, что порядка 40 - 70% взвешенных веществ, сажи и органической пыли, на поверхности которых сорбируются соединений тяжелых металлов, выбрасывается в атмосферу, на основании чего можно сделать вывод, что данная технология утилизации отходов является техногенно опасной для городской среды и тем самым для здоровья населения.

Литература:

1. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шпилова Р.Р., Тунакова Ю.А.. Тяжелые металлы и мусоросжигание как источник их поступления в окружающую среду/ Науч. журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16, № 21, 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013 г, с. 203-209
2. Гоголь Э.В., Егорова О.С., Гумерова Г.И., Бадретдинов Р.З. Балобанов П.А. Подходы к обращению с отходами портативных батарей и аккумуляторов // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 124 – 126.
3. Ellina V. Gogol, Guzel I. Gumerova, Olga S. Egorova. Approaches to assessment and hazard identification of dioxins. International Conference “Environmental Engineering”, 10th International Conference „Environmental Engineering“ DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.021>
4. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов./ Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕСТНЫМИ БЕНТОНИТАМИ ТАДЖИКИСТАНА

Халилов Истамкул Хидирович¹, ст. преподаватель,
Шарифов Дилшод Абдусаматович¹, ст. преподаватель,
Нажмуддинов Шарофиддин Зоирович²,
кандидат технических наук, доцент,
Юнусов Мансур Юсуфович¹, к.т.н., доцент,
Бадалов Абдулхайр¹, доктор химических наук, профессор

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

² Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук
Республики Таджикистан

Аннотация: Рассматриваются экологически вредные воздействия отработанных смазочных материалов, возможности их переработки местными сорбентами – бентонитами Таджикистана.

Ключевые слова: смазочные материалы, экология, переработка, местные сорбенты - бентониты, активация.

Смазочные материалы – масла, пластичные смазки, смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), как на нефтяной, так и на синтетической основе, играют исключительно важную роль в современной технике. Практически ни один механизм не может работать без смазочных материалов, ассортимент которых весьма разнообразен.

Примерно половина применяемого количества смазочных масел и СОТС безвозвратно теряется в процессе эксплуатации (угар, испарение, проливы, утечки). Пластичные смазки расходуются в меньшей степени.

Оставшаяся половина под воздействием условий работы претерпевает сильные изменения - от простого загрязнения посторонними примесями, до глубоких химических превращений. непригодные к дальнейшему использованию после окончания срока службы, или по своему фактическому состоянию, смазочные материалы подлежат удалению из систем смазки и замене на свежие продукты.

Проблему рационального использования отработанных смазочных материалов (ОСМ) следует рассматривать не только как экономическую и техническую, но и как социально-экологическую. Простой слив дорогостоящих нефтепродуктов, кроме экономической нецелесообразности, вызывает загрязнение окружающей среды. Загрязнение биосферы ОСМ превышает все загрязнения, связанные с добычей, транспортировкой и переработкой нефти. Лишь незначительная часть из попадающих в окружающую среду нефтепродуктов удаляется или обезвреживается естественным путем (окисление, фотохимические реакции, биоразложение). В отличие от нефти и топлив, ОСМ характеризуются низкой испаряемостью и в меньшей степени подвержены биоразложению.

При сжигании ОСМ происходит загрязнение атмосферы (диоксид серы, органические соединения хлора, тяжелые металлы). Отходы, образующиеся при их переработке, могут представлять существенную опасность, что обусловлено специфическим составом ОСМ, присутствием в них компонентов и загрязнений, представляющих опасность для окружающей среды и человека. Последнее время появилась проблема токсичных галогенсодержащих соединений. На необходимость обстоятельного исследования токсичности и канцерогенности топлива и смазочных материалов, почти 30 лет назад, обращал внимание К.К. Папок, впервые введя понятие “экологическая смазка”.

ОСМ являются ценным сырьем для производства пластичных смазок. Для этого достаточно неглубокая очистка ОСМ природными сорбентами – бентонитовыми глинами, с последующим использованием их в качестве дисперсионной среды пластичных смазок. Таджикистан обладает значительными запасами бентонитовых глин. Разведанные запасы только по двум разрезам – Шар-Шар Гулизинданского горизонта и Даштибед Гиварского горизонта составляют более 4 млн.м³. В связи с этим, в условиях Таджикистана актуальным является создание простейшей схемы вторичной переработки ОСМ, включающей стадию адсорбционной очистки местными бентонитами, с последующим использованием их в производстве пластичных смазок общего назначения.

По кинетике адсорбции для оценки активности сорбентов проведены опыты по сравнению скорости отработки адсорбционной емкости бентонитов Шар-Шар, Даштибед, асканита и силикагеля АСКГ в статических условиях.

Изучение адсорбционных характеристик в статических условиях не даёт полную информацию о работе сорбента, близкой к реальным условиям его практического использования, как в случае динамических испытаний. Однако, без исследования адсорбционной активности в статических условиях, нельзя дать объективную оценку сорбенту в целом.

Снятие изотерм адсорбции проводили при температуре 20⁰С. Размеры гранул сорбентов брали в интервале 0,10 – 0,25 мм для получения величины адсорбции, близкой к равновесной, при хорошем контакте сорбента с маслом. Адсорбционные характеристики глин, как при статических условиях, так и при динамических (в дальнейшем), снимали на отработанном индустриальном масле партии МИО 03.03. Выбор МИО (по вязкости идентичного ММО), для исследовательских целей, обусловлен фактом нефилтруемости масел группы, который коррелируется с показателями качества. Время контакта сорбента с отработанным маслом составляло 168 часов. Это было обусловлено тем, что в последующее время характер полученных изотерм не меняется; увеличивается только величина адсорбции [1].

Кислотная активация является одним из наиболее эффективных способов улучшения адсорбционных свойств сорбентов. Соляно- и серноокислотная активации приводят почти к идентичным результатам. Кислотная активация приводит к некоторому изменению химического состава и структурно-сорб-

ционных свойств глин. Активация сорбентов Шар-Шар соляной кислотой ведет к некоторому повышению адсорбционной активности. Проведенные исследования показали, что при всех заданных значениях концентраций кислоты, продолжительность активации (от 2-х до 6-ти часов) на свойства изученных глин особо не влияет. Наименьший расход сорбента при перколяционной очистке отработавшего масла получили на активированном (10% HCl) в течение 4-х часов сорбенте, что составляло 135%. Улучшается и «съем» масла по сравнению с глиной Даштибед и традиционно применяемым на производстве Черкасским монтмориллонитом.

С увеличением концентрации кислоты наблюдается максимальный рост адсорбционной активности в отношении компонентов масла. Использование кислоты в концентрации 20% ведет к уменьшению съема очищенного масла. Это, очевидно, происходит вследствие чрезмерного разрушения структуры минерала. В целом, обработка сорбента кислотой не дает значительного увеличения адсорбционной активности, оправдывающего практического применения кислотной активации.

Таким образом, бентонитовые глины месторождений Шар-Шар и Даштибед можно применить для очистки и переработки отработанных нефтяных масел после термической активации. Однако, глины месторождения Даштибед труднодоступны с точки зрения непосредственного их практического применения в производстве. Требуется вскрышные работы и подвод подъездных путей к месторождению. По этим критериям оценки бентонитовые глины Шар-Шар находятся в более благоприятных условиях. С этой точки зрения, в работе в дальнейшем изучалась в основном, возможность применения бентонитовых глин месторождения Шар-Шар для очистки отработанных масел.

Литература:

1. Евдокимов А.Ю. Старение индустриальных масел и пути их регенерации: Дис. ... канд. тех. наук. – М., 1983. – 161 с.
2. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: Дис. ... канд. тех. наук. – Душанбе, 2006. – 78-82 с.
3. Бокиев Б.Р., Бадалов А. Термодинамика и кинетика процесса десорбции некоторых органических веществ из бентонитов. Матер. междун. научно – пр. конф. «Вода – важный фактор для устойчивого развития», Душанбе, ТТУ, 21.04.2018. - С.59-63.
4. Юнусов М.Ю., Джамалов А.А. Экологические аспекты рационального использования отработанных смазочных материалов в горных регионах // Тез.докл. международной конференции «Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития». – Душанбе, 1999. - С. 24 – 26.

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ ТАДЖИКИСТАНА

Халилов Истамкул Хидирович, ст. преподаватель,
Бокиев Боки Рахимович, кандидат технических наук, доцент,
Самаров Шамсиддин Шарофович,
кандидат физико-математических наук, доцент,
Бадалов Абдулхайр, доктор химических наук, профессор;

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Аннотация: Рассматриваются особенности состава и строения природных сорбентов Таджикистана и возможности их применения для очистки промышленных сточных вод природными сорбентами. Приведены особенности активации природных сорбентов минеральными кислотами.

Ключевые слова: очистка сточных вод, сорбент, адсорбент, минералы, бентонитовые глины.

Очистка промышленных сточных вод адсорбционным методом находит широкое применение в многих странах мира. Достигается высокая степень извлечения органических загрязняющих веществ с помощью этого метода, что значительно облегчает дальнейшую биологическую очистку сточных вод или полностью ее заменяет. Эффективность адсорбции определяется химическим строением молекул извлекаемых веществ и их состоянием в водных растворах в присутствии сильных электролитов [1,2]. Эффективность адсорбции определяется химическим строением молекул извлекаемых веществ и их состоянием в водных растворах в присутствии сильных электролитов [48]. Хорошо адсорбируются те вещества, в молекулах которых имеются ненасыщенные и особенно сопряженные связи, а также ароматические соединения. К таким соединениям относятся ПАВ, органические красители, хлорорганические соединения, фенол и т.п. Адсорбция молекул растворенных органических веществ на поверхности адсорбента возможна тогда, когда энергия взаимодействия с поверхностью адсорбента будет значительно больше энергии взаимодействия растворенного вещества с водой, то есть больше энергии гидратации.

В технологии очистки воды большую практическую ценность занимает минералы с жесткой структурой, так называемой трехмерной, на примере шобазит, фозазит, эрионит, морденит и т.д., имеющие устойчивостью к воздействию высокой температуры. Пластинчатые волокнистые цеолиты со слоистой подвижной структурой, называемой двухмерной, на примере натролит, филлинсит, гейландит и т.д., в отличие от них, малостойкие к воздействию температуры. Могут они необратимо терять цеолитно связанную воду и, в связи с этим, свои адсорбционные и молекулярно ситовые свойства.

В основном на территории Таджикистана бентонитовые глины, приурочены к отложениям палеогенового возраста. Их площади

распространения сосредоточены в пределах двух крупных межгорных впадин – Авгано – Тад-жикской и на юго Ферганской [3]. Всестороннее использование местных бенто-нитовых глин, для практического использования их для очистки производственных сточных вод и утилизация ценных производственных отходов является актуальной задачей реальной экономики Республики Таджикистан.

Бентонитовые глины наряду с высоким адсорбционным свойством имеют большие водоудерживающие способности, которые эффективно используются в различных технологических процессах. Бентонитовые глины поглощают много объема воды при затвердевании и склонны к значительному увеличению объема в процессе набухания. Они содержат от 1,75 до 2,25 % красящих оксидов $Fe_2O_3+TiO_2$. Химический состав можно описать (условно): $Al_2O_3*4SiO_2*H_2O$. Эти глины обладают связующей способностью, адсорбционной и каталитической активностью и проявляют упруго пластично – вязкие свойства даже в разбавленных суспензионных состояниях.

Качества глинистых адсорбентов и возможной области их применения определяются следующими параметрами: а) химический состав; б) карбонатность, влажность и засоленность, рН вытяжки, дисперсность; в) общую обменную емкость, набухаемость и объем набухаемости; г) сорбционную емкость. Эти параметры являются определяющими в выборе методов анализа определения физико-химических свойств глинистых адсорбентов. Нами проведены исследования этих параметров для трёх образцов бентонитовых глин юго-западного месторождения Таджикистана. Результаты анализа по определению набухаемости, засоленности, рН вытяжки и обменной емкости трех образцов приведены в таблице.

Таблица 1

Физико-химические свойства исследованных бентонитовых глин

Образцы	Засоленность	рН, 1г/20 вытяжки	Обменная емкость, мг/экв/100г			Набухаемость, в %
			общая	$E_{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$E_{K^++Na^+}$	
А	0	5,75	57,6	37,1	20,5	70
Б	0	6	53,1	39	14,1	65
В	0	5,9	59,4	46	13,4	80

Полезные характеристики бентонитовых глин можно улучшить с помощью следующих активаторов – минеральных кислот соляной, серной и азотной, разбавленными растворами солей – соды, полифосфорных. При кислотной активации возможно также изменение ионного состава и структуры глинистых минералов, возникновение новых активных центров.

Проведенные исследования показали, что на процесс активации бентонитовых глин наиболее сильно действует соляная кислота, а серная является средней. При соляно кислотной обработке оптимальная активации достигаются при следующем режиме: температура $95^{\circ}C$, продолжительность

процесса 50 мин., концентрация соляной кислоты 20% масс., при дозировке 100%.

Применение исходных, неактивированных бентонитовых глин уменьшает жесткость воды незначительно. Это объясняется свойствами исходной бентонтовой глины, характеризующейся преимущественно монтро-мориллитовым составом и повышенным содержанием окислов щелочно-земельных элементов, что и являлось слабым сорбентом. Использование активированных бентонитовых глин резко уменьшает жесткость воды по сравнению с исходной примерно в 9-10 раз и, по-видимому, в результате резкого увеличения сорбционной емкости активированных бентонитов. При обработке воды соляно кислотным активированным бентонитом, с увеличением расхода бентонита от 2 до 8 граммов, степень умягчения воды возрастает соответственно от 31,5 до 90,4%. Дальнейшее увеличение расхода бентонита практически не влияет на результат. При расходе воды от 25 до 50 мл. степень умягчения воды возрастает от 64,8 до 89,8%, соответственно. При дальнейшем увеличении расходов вод, степень умягчения вод постепенно уменьшается от 89,8 до 80,3%, по-видимому, этот результат можно объяснить тем, что число активных центров на поверхности сорбентов полностью заполняется ионами кальция – магния, что способствует уменьшению степени умягчения. Установлено, что оптимальными условиями осуществления процесса умягчения вод соляно кислотными активированными бентонитами является: расход бентонита 8г и объем воды 50мл. При этом степень умягчения воды достигает 90,4%.

Литература:

1. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. - М.: Издательство АСВ, 2006. -704 с.
2. Ахмедов А., Норматов И.Ш., Мирсаидов У.М. Применение бентонитовых глин для смягчения природных вод. // Современное состояние водных ресурсов Таджикистана – проблемы и перспективы рационального использования /. – Душанбе, 2003. – С. 111-112.
3. Кариев А.Р., Бабаев В.С. Бентонитовые глины палеогена юго-западного Таджикистана и перспективы практического их применения. В сб. «Новые материалы по геологии Таджикистана». – Душанбе: Дониш, 1991. - С.97-101.
4. Бокиев Б.Р. Очистка сточных вод с помощью бентонитовых сорбентов. // Материалы международной научно-практической конференции ФАДиС КРСУ. - Бишкек: КРСУ, 2011.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ

Шагидуллин Артур Рифгатович¹, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник.

Гилязова Алия Фаратовна¹, младший научный сотрудник;

Магдеева Алина Рашитовна¹, младший научный сотрудник;

Шагидуллина Раиса Абдулловна², начальник управления;

Шагидуллин Рифгат Роальдович¹, доктор химических наук, директор.

¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ;

² Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан

Аннотация: Анализируется принятая в Республике Татарстан система организации снижения выбросов при наступлении неблагоприятных метеоусловий, затрудняющих рассеивание примесей в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: неблагоприятные метеоусловия, расчет загрязнения, загрязнение атмосферы, выбросы, сводные расчеты.

В условиях интенсивного загрязнения атмосферного воздуха, характерного для любого промышленного региона, важной составляющей комплекса мероприятий по обеспечению экологической безопасности является прогноз и регулирование уровней загрязнения атмосферного воздуха. Эти работы особенно необходимы в городах с относительно высоким средним уровнем загрязнения воздуха, поскольку принятие радикальных мер по его снижению требует, как правило, больших усилий и времени, а эффект от регулирования выбросов может быть практически незамедлительным. В то же время для предотвращения роста концентраций в отдельные периоды выполнение таких работ полезно практически в любом городе [1].

Общий порядок организации работ по предотвращении повышенного загрязнения атмосферного воздуха в связи с изменением метеоусловий устанавливается Ст. 19 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха».

Под регулированием выбросов вредных веществ в атмосферу понимается их кратковременное сокращение в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), приводящих к формированию высокого уровня загрязнения воздуха. Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза НМУ на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

Предупреждения о повышении уровня загрязнения воздуха в связи с ожидаемыми неблагоприятными условиями составляют в прогностических подразделениях Росгидромета. В зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения 3-х степеней.

Для эффективного предотвращения повышения уровня загрязнения воздуха в периоды НМУ следует в первую очередь сокращать низкие, рассредоточенные, холодные выбросы.

При разработке мероприятий по кратковременному сокращению выбросов в периоды неблагоприятных метеоусловий необходимо учитывать следующее: 1) мероприятия должны быть достаточно эффективными и практически выполнимыми; 2) мероприятия должны учитывать специфику конкретных производств; 3) осуществление разработанных мероприятий, по возможности, не должно сопровождаться сокращением производства. Такое сокращение в связи с выполнением дополнительных мероприятий допускается только в редких случаях, когда угроза интенсивного скопления примесей в приземном слое атмосферы особенно велика.

Соблюдение указанных принципов способствует практическому осуществлению мероприятий по регулированию выбросов и предотвращению роста концентраций в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

Согласно общепринятой в РФ практике, разработка планов снижения выбросов при НМУ осуществляется в составе проекта нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [3]. При этом, необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует действующий нормативно-правовой акт, в целом закрепляющий состав проекта нормативов и устанавливающий порядок его разработки. Таким образом, включение в состав проекта раздела по снижению выбросов при НМУ следует считать рекомендацией, а не обязанностью хозяйствующего субъекта или организации – разработчика экологической документации.

Вместе с этим, следует отметить различную значимость предприятий с точки зрения воздействия на атмосферный воздух, а также тот факт, что обеспечить надлежащий анализ корректности разработки планов снижения выбросов и контроль их соблюдения для всех без исключения предприятий представляется невыполнимой задачей. Таким образом, разработка таких планов в составе проектов нормативов предельно допустимых выбросов для большинства предприятий становится формальной задачей.

Согласно п.1 ст.19 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [2] работы по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий организуют органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления.

В Республике Татарстан принято Постановление КМ РТ от 22.05.2012 № 407 «Об организации работ по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий в Республике Татарстан», которое определяет порядок организации работ по обеспечению снижения выбросов стационарных источников в периоды НМУ и утверждает перечень предприятий, разрабатывающих и согласующих с Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан план мероприятий по уменьшению выбросов

вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. При получении прогнозов о наступлении НМУ указанные предприятия осуществляют мероприятия в соответствии с объявленной степенью НМУ.

Таким образом, комплекс работ по обеспечению снижения негативного воздействия при НМУ фокусируется на ограниченном перечне наиболее значимых предприятий. Кроме того, постановление конкретизирует порядок взаимодействия уполномоченных природоохранных структур по обеспечению необходимых работ для согласования планов снижения, прогнозирования и контроля реализации планов.

В настоящее время перечень предприятий, утвержденный постановлением, включает 80 предприятий, 34 из которых располагаются в г. Казани, 12 – в г. Набережные Челны, 9 – в г. Нижнекамск, 25 – в других городах республики.

Следует заметить, что с учетом изменения параметров выбросов предприятий, произошедших с момента выхода постановления, в настоящее время требуется актуализация этого перечня.

В перечень постановления должны быть включены наиболее значимые с точки зрения негативного воздействия на селитебные территории предприятия. В качестве параметров, характеризующих возможную степень такого воздействия, могут рассматриваться приземные концентрации загрязняющих веществ, формируемые источниками предприятия, обширность зоны влияния выбросов предприятия, количество источников выбросов, зона воздействия которых достигает селитебные территории. Наиболее комплексным банком данных в этом отношении являются сводные базы данных параметров выбросов стационарных источников. Таким образом, работы по актуализации перечня предприятий для обеспечения снижения выбросов могут быть организованы на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

Однако, при этом следует учитывать, что положения регламентированной методики для проведения расчетов рассеивания примесей [4-8] не справедливы для случая аномальных (или неблагоприятных) метеоусловий. Это связано с тем, что при решении уравнения диффузии, положенного в основе указанных методов расчета, использовались допущения, исключающие из рассмотрения аномальные метеоусловия.

К таковым относится штиль. При решении уравнения диффузии для случая наличия ветра пренебрегается коэффициентом обмена вдоль оси x . Это означает, что полученные таким образом выражения не применимы к случаю штиля. Учет коэффициента обмена k_x при решении уравнения меняет итоговое выражения для максимальной приземной концентрации, которая, в отличие от случая наличия ветра, достигается уже на нулевом расстоянии от источника выбросов.

К аномальным условиям, способствующим росту приземных концентраций загрязняющих веществ, относится возникновение приподнятой инверсии температуры. При возникновении инверсии меняется характер движения воздушных масс, и как следствие нарушается обычная зависимость

коэффициентов обмена и скорости движения воздушных масс от высоты. Таким образом, решение уравнения диффузии, полученное на основе принятых зависимостей переменных уравнения от координат, не справедливо для случая инверсии температуры.

К аномальным условиям, способствующим повышению уровня загрязнения атмосферы, относят также туманы. Влияние туманов на уровень загрязнения носит сложный характер. Примеси могут частично поглощаться каплями воды и в результате химических реакций могут образовываться новые вещества. Таким образом, решение уравнения диффузии в этом случае должно производиться с учетом коэффициента α . Отдельного внимания заслуживает смог, как результат взаимодействия тумана и дыма, а также фотохимический смог, образующийся в отсутствие тумана в случаях значительного загрязнения атмосферного воздуха.

Таким образом, регламентированная методика [4] не может применяться для расчета значений приземных концентраций при НМУ, однако, с учетом [1], на основе таких расчетов могут определяться значимость предприятия по его воздействию на атмосферный воздух, зоны и перечень веществ для проведения контроля за эффективностью мероприятий по регулированию выбросов при НМУ.

Литература:

1. РД 52.04.52-85 Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях, М., 1985
2. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»
3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное). СПб: ОАО «НИИ Атмосфера», 2012. – 224 с.
4. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (утверждены Приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273).
5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 3 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 119-121.
6. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 2 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 115-118.
7. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р., Новикова С.В. Инвентаризация выбросов от автомобильного транспорта в зонах концентрации

полимерных производств/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 139-142.

8. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МАСЛА И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ

Шарифов Дилшод Абдусамадович¹, ст. преподаватель

Халилов Истамкул Хидирович¹, ст. преподаватель

Нажмуддинов Шарофиддин Зоирович², кандидат технических наук, доцент

Тошев Мирзо Амруллоевич¹, ст. преподаватель

Бадалов Абдулхайр¹, доктор химических наук, профессор

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

² Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук
Республики Таджикистан

Аннотация: Рассматриваются особенности эксплуатации технических масел (ТМ) и смазочных материалов в высокогорных условиях. Указывается важность переработки отработанных материалов и масел, их вредное воздействие на экологию. Изучен процесс парообразования ТМ -2-18.

Ключевые слова: технические масла, смазочные материалы, горные условия, эксплуатация, экология, парообразование.

В горнодобывающих предприятиях Республики Таджикистан карьерная техника и транспорт с дизельными двигателями различной мощности и конструкции эксплуатируются в высокогорных условиях свыше 800 - 1000 м и достигает 2500 - 3000 метров над уровнем море. Для их эффективной работы и достижения высоких технико-экономических показателей важно подобрать универсальные технические масла (ТМ) и смазочные материалы (СМ), выдерживающие аномальные условия эксплуатации. Достоверные сведения по физико-химическим свойствам ТМ и СМ способствуют рациональному подбору и уменьшению их вредного воздействия на окружающую среду.

В процессе эксплуатации, особенно в экстремальных условиях, значительная доля ТМ и СМ безвозвратно теряется по различным причинам, главными из которых, являются угар, испарение с рабочей поверхности, проливы, при раздачей по рабочим емкостям и утечки сквозь неплотных соединений в рабочих узлах. В этих условиях определённая часть ТМ и СМ под влиянием различных факторов претерпевает значительные пертурбации - от обычного загрязнения вредными примесями до существенных химических изменений в высокогорных условиях.

Непосредственный возврат дорогостоящих нефтепродуктов экономически невыгоден и является неблагоприятным фактором, отрицательно влияющим на экологию[1]. Установлено, что 1 т выброшенных в окружающую среду СМ наносит непоправимый урон, как питьевой воде, так и другим важным для человека материальным ресурсам. Например, для питьевой воды этот урон равен в объёме достаточном для обеспечения питьевой водой населения целого города с количеством жителей до 40 тыс. человек [1,2]. Известно, что в природу попадает около шести миллионов тонн нефти и

продуктов её переработки (без учёта аварий при их транспортировке), из них более половины приходится на ТМ и СМ. Природа окружающего мира только в определённой степени в состоянии естественным образом нивелировать нарастающее отрицательное воздействие производственной деятельности человека. Естественными нивелирующими факторами являются окисление, фотохимические реакции, биоразложение и т.п.

Технические масла в процессе их эксплуатации при контакте с воздухом, водой или водяным паром подвергаются окислению, термическому разложению, загрязнению продуктами износа оборудования, обводнению. При этом физико-химические свойства масел изменяются: увеличиваются кислотность, вязкость, снижается температура вспышки вследствие появления в масле низкокипящих фракций, ухудшаются другие характеристики качества масел.

Продукты окисления масла - высокомолекулярные и низкомолекулярные кислоты - вызывают коррозию металлов. Образующиеся при этом соли - мыла - ускоряют старение масла, катализируют процессы окислительной полимеризации. В результате происходит выпадение большого количества шлама, затрудняющего теплоотвод и приводящего к перегреву масла. Возникшие в процессе старения поверхностно-активные вещества ухудшают деэмульсионную способность масла, что затрудняет отделение воды и усиливает коррозию масляной системы. В связи с этим удаление механических примесей, воды и продуктов старения облегчает условия работы масла, увеличивает срок его службы и повышает надёжность технологического оборудования [3].

При выборе технических масел, кроме основных показателей, учитываются также вспомогательные характеристики, как вязкостно-температурные показатели, термические и окислительные стабильности. В зависимости от условия эксплуатации в рабочей среде масел генерируются большие температуры. Температура может достигать 150-200°C, а в зоне контакта и выше.

Исследование термической устойчивости трансмиссионных масел разных марок, определение характера и термодинамических характеристик процесса парообразования масел имеют важное научно-практическое значение. Проведённые нами исследования процесса парообразования трансмиссионного масла, марки ТМ-2-18 (по другой классификации ТЭП-15) методом тензиметрии [4] в интервале температур (300–600)К показали, что процесс имеет многоступенчатый характер. Первая степень, которая протекает при температурах ниже 370 К соответствует удалению поглощенной влаги и других газов из состава масла. Последующие стадии процесса парообразования масла этой марки протекают в следующих интервалах температур: от 370 до 455К; от 470 до 520К; от 525 до 575К и от 580 до 600К.

Кривые зависимости давления пара от температуры процесса парообразования масла, полученные при его прямом (нагреве) и обратном (охлаждение) ходах не совпадают, даже при многократном увеличении

времени выдержки, которое составляет более 70 часов. Это свидетельствуют о необратимости характера процесса термического разложения исследуемого вещества. Обработанное, таким образом, масло приобретает более тёмную окраску по сравнению с исходным образцом.

Литература:

1. Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / Евдокимов А.Ю. Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. – РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – М.: ГУП Издательство “Нефть и газ”, 2000. – 424 с.
2. Гриценко А.И. Экология / Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. – М.: Наука, 1997. – 231 с.
3. Юнусов М.Ю., Джамалов А.А. Экологические аспекты рационального использования отработанных смазочных материалов в горных регионах // Тез. докл. международной конференции «Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития». – Душанбе, 1999. – С. 24 – 26.
4. Шарифов Д.А. Процесс парообразования моторного масла марки ТЭП-15 при равновесных условиях. //Д.А.Шарифов, С.К. Насриддинов, М.М. Сафаров, А. Бадалов./Вестник Таджикского технического университета №3 (31), 2015, Душанбе, 2015, С.28-31.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ОТ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ

Южно Александра Игоревна, аспирант;

Плуготаренко Нина Константиновна кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет»

Аннотация: В процессе исследования была произведена апробация математической модели, описывающей связь между параметрами контроля качества воды и образованием летучих хлорорганических соединений (ХОС), образующихся в процессе обеззараживания питьевой воды.

Ключевые слова: обеззараживание, питьевая вода, хлорорганические соединения, химическое потребление кислорода.

Используемая в настоящее время система контроля качества воды по содержанию индивидуальных органических веществ с учетом их ПДК охватывает ограниченный круг возможных загрязнителей, не позволяет достоверно оценивать общую загрязненность воды, ее безопасность [1].

Особую актуальность при изучении неблагоприятного воздействия на здоровье населения факторов окружающей среды приобретают хлорорганические соединения (ХОС) [2]. При эксплуатации очистных сооружений водоподготовки осуществляется постоянный контроль за качеством воды в водоеме. В результате систематических измерений формируются массивы данных, которые отображают изменения показателей качества воды в течение времени [1].

Процесс образования ХОС при хлорировании воды сложный и продолжительный во времени. Существенное влияние на процесс образования ХОС при обеззараживании оказывает содержание в исходной воде органических загрязнений, время контакта воды с хлором, доза хлора и рН воды [3]. Химическое потребление кислорода является показателем отражающим содержание органических веществ в воде. В ходе исследования была произведена апробация математической модели, описывающей связь между данными параметрами контроля качества воды и концентрациями образования ХОС в процессе обеззараживания питьевых вод.

В период с 2012 по 2017 год проводилось исследование природных источников и очищенной питьевой воды по ряду взаимосвязанных показателей. Данные полученные в ходе наблюдений использовались для построения зависимости концентраций образованных в процессе хлорирования хлорорганических соединений от показателей качества воды, влияющих на образование ХОС. Построение производили с применением программного обеспечения Microsoft Office Excel, ограничившись для упрощения оптимизированной линейной моделью [4]:

$$C = 55,1 + 1,33\text{ХПК}(\text{pH} - 6,75) + \frac{3,39 \cdot \text{ХПК} + 25,8}{1 + 20^{-0,4\text{Дсе}}} + 40,3\ln(1 + t) - 12,7 \text{pH},$$

где C – расчетная концентрация хлорорганических соединений; pH – водородный показатель, ХПК - химическое потребление кислорода, Дсе - доза хлора, t -время контакта воды с хлором.

В ходе исследования была произведена апробация математической модели, описывающей связь между параметрами контроля качества воды: ХПК время контакта воды с хлором, доза хлора и pH в природном источнике и образованием летучих хлорорганических соединений (ХОС), образующихся в процессе обеззараживания питьевой воды. Параллельно осуществлялся постоянный контроль за содержанием ХОС в питьевой воде на действующих водопроводных станциях методом газожидкостной хроматографии. Модельная оценка качества воды в отношении ХОС сопоставлена с результатом параллельного анализа на содержание хлорорганических соединений, проведенного при аналогичных входных параметрах (рис.1.). Рассчитанная концентрация коррелирует с практическим результатом и коэффициент корреляции равен 0,62, что позволяет судить об объективности данного расчета.

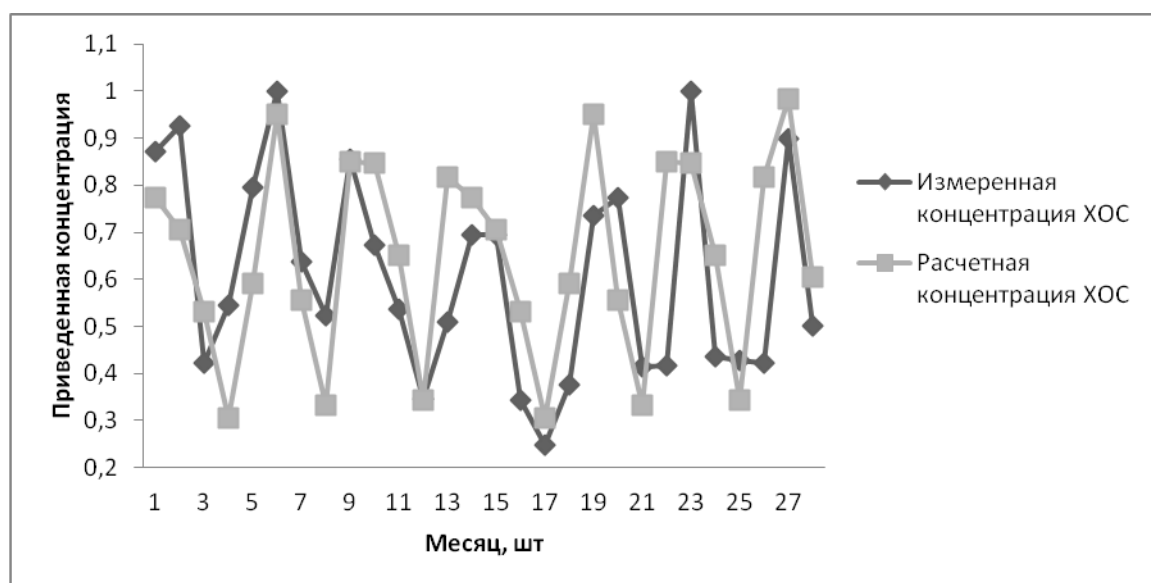


Рис. 1. Динамика изменения приведенной расчетной и измеренной концентрации

Выявленные взаимосвязи ХОС от ХПК и позволяют судить о необходимости внесения изменений в технологию очистки питьевых вод на очистных сооружениях, а так же оптимизации процесса очистки с учетом полученных результатов. Учет ХПК как входного параметра качества питьевой воды, позволит усовершенствовать процесс водоподготовки и прогнозировать рост канцерогенных соединений, образующихся в ходе хлорирования методом математического моделирования, и тем самым контролировать данный процесс по средством регулирования параметров обеззараживания питьевой воды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Фонда
Фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-35-00489.

Литература:

1. Кантор Л.И., Вожаева М.Ю., Цыпышева Л.Г. [и др.]. Ограниченно-летучие галогенорганические соединения в питьевой воде после хлорирования. Факторы, влияющие на состав и содержание их в воде // Аналитическая химия и химический анализ. – Киев, 12-18 сентября 2005г., с.204
2. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. [и др.] Гигиенические основы формирования перечней показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды // Гигиена и санитария. - 2010. - № 4. - С. 8 - 13.
3. Руководство на технологию подготовки питьевой воды, обеспечивающую выполнение гигиенических требований в отношении хлорорганических соединений // Отдел научно-технической информации АКХ—1989. С. 8—13.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ДИСТРЕССА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЭКОФАКТОРОВ И ЭЭГ

Абдрахимова Диляра Ришатовна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева»

Аннотация. Известно влияние негативных экофакторов на психофизиологическое состояние человека, которые необходимо контролировать для успешности профессиональной деятельности. В работе рассмотрен один из методов обнаружения дистресса на основе совершенствования методики и обработки результатов электроэнцефалографических исследований.

Ключевые слова: аутэкология, дистресс, методика и обработка ЭЭГ-маркеры.

Каждый человек современности подвержен многим неблагоприятным экофакторам, которые в результате вызывают стрессовые ситуации, заставляющие наш организм в короткие сроки адаптироваться под жесткие условия внешних стимулов, или, другими словами, стрессоров. В свою очередь принято делить стресс на две составляющие: эустресс и дистресс, которые отличаются проявлением: эустресс – положительным, а дистресс – отрицательным [1].

Актуальность данной работы заключается в решении вопросов, связанных с обнаружением состояния дистресс по результатам электроэнцефалографических исследований. Дистресс – это состояние организма, в результате которого происходит разрушительный процесс, характеризующийся ухудшением протекания психофизиологических функций. При длительном пребывании организма в состоянии дистресс возникает стадия истощение организма, при которой он теряет способность к нормальному функционированию [1]. Это выражается ослаблением иммунитета, потерей работоспособности и общей дисфункцией организма, что может привести к развитию хронических заболеваний.

В промышленном секторе, более высокие уровни стресса и связанные со стрессом болезни приводят к снижению эффективности деятельности компании и увеличению медицинских расходов.

Вовремя дистресса у пациента могут наблюдаться такие признаки, как повышение температуры, давления, нарушения в работе желудочно-кишечного тракта, увеличение уровня холестерина, невроз, боль в мышцах, уменьшение работоспособности, расстройство репродуктивной функции, аллергические реакции, а также нарушения психоэмоционального характера. Наиболее ярко выраженными и информативными являются расстройства психоэмоционального состояния.

Одним из методов диагностики данного состояния, в частности депрессивного состояния, является электроэнцефалограмма. Даже при

поверхностном визуальном анализе ЭЭГ, патологические знаки выявляются у 20-40% депрессивных больных. Для улучшения диагностической значимости метода ЭЭГ применяют методы математического анализа и обработки информации. Американская академия неврологии рекомендовала математический анализ ЭЭГ в качестве дополнительного инструмента разделения больных от здоровых, а также пациентов, страдающих шизофренией, наркотическими зависимостями, алкоголизмом и деменцией, классификации униполярных и биполярных расстройств [2].

В работе показано, что характерным для дистресса является избыток бета активности, особенно выраженный до начала лечения, причиной которого может быть отражение процессов нарастания коркового возбуждения и дефицита избирательного торможения. Альфа-ритм при эмоциональных переживаниях чаще всего подавляется, а изменение его на дельта-ритм является индикатором развития в организме дистрессового состояния. Гамма мощность при стрессе увеличена преимущественно в передних областях. Причем большая гамма-мощность в правом височном отделе связана с позитивной валентностью стимула, а в левом височном и теменном – с негативной. Результаты недавних исследований нейровизуализации свидетельствуют о том, что негативное влияние, как правило, вызывает активация в правой префронтальной коре, миндалин и островка. Некоторые исследования показывают, что высокий уровень префронтальной активации связан с ослаблением иммунитета.

Однако, стоит отметить, что учитывая индивидуальные особенности каждого организма нельзя сделать точный вывод о его состоянии опираясь только на данные ЭЭГ. Для более точной диагностики наиболее эффективно будет использовать в комплексе с электроэнцефалограммой информацию об артериальном давлении, температуре тела пациента и частоте дыхания [2].

Рассматривая негативный психофизиологический аспект в аутоэкологии можно сделать вывод о том, что стресс может увеличить социальные и экономические потери и уменьшить конкурентоспособность. Поэтому меры предосторожности для снижения дистресса и адекватное управление этим состоянием является необходимым условием как для индивидуального здоровья, так и для благосостояния общества на более широком уровне.

Литература:

1. Абдрахимова Д.Р., Тюрина М.М. Обоснование состава параметров первичной оценки состояния дистресс // Труды Международной научно-технической конференции Перспективные информационные технологии (ПИТ-2018). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018 – С. 667-668.
2. Абдрахимова Д.Р., Тюрина М.М. Параметры комплексной диагностики биологического объекта в состоянии стресса. // Сб. тр. 73-й Всероссийской научно-технической конф., посвященной Дню радио, Санкт-Петербург, 2018. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – С. 500-501.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ АКУШЕРСКОГО МОНИТОРА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Гизамова Анастасия Руслановна, обучающийся
Муфаздалова Амина Наилевна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национально исследовательский технический
университет им. А.М. Туполева-КАИ»,

Аннотация: В работе представлен анализ факторов, влияющих на репродуктивную функцию женщины, определены основные информативные каналы перспективного акушерского монитора.

Ключевые слова: репродуктивные органы, акушерский монитор, окружающая среда.

Одной из основных проблем в мире является ситуация ухудшение экологической обстановки, что часто приводит к высокой материнской и особенно детской заболеваемостью и смертностью. Данная ситуация зависит от множества различных факторов. Это частично связано с тем, что снижение качества окружающей среды, техногенные катастрофы, загрязнения воздушной и водной среды приводят к экологическим сдвигам и патологическим изменениям в различных физиологических системах женщины, определяющих в частности репродуктивную функцию женщины. Окружающая среда влияет на здоровье женщины и на здоровье её развивающегося плода [1]. Репродуктивная система женщины является наиболее чувствительной к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. В связи с этим происходят значимые нарушения репродуктивной системы женщины, которые могут привести к необратимым последствиям. Таким как: увеличение частоты гестозов, угроза прерывания беременности, самопроизвольные выкидыши, преждевременные роды, аномалия родовой деятельности, гипотрофия плода, хроническая внутриутробная гипоксия, асфиксия в родах. Для того, чтобы снизить риск возникновения патологических заболеваний с необратимыми последствиями, как для матери, так и для плода, необходима разработка новейших технологий ведения беременности и родов, а также технических средств. Поэтому особо актуальной задачей для инженеров является создание многоканального акушерского монитора. Рассмотрим его основные аспекты.

В настоящее время, как и отечественные так и зарубежные акушерские мониторы включают [2] в себя ограниченное число информационных каналов (каналы контроля сократительной деятельностью матки, сердечно-сосудистой системы плода) которых недостаточно для точной постановки диагноза и контроля состояния физиологических систем роженицы. Введение таких функций, как канал контроля нервной системы, канал сердечно-сосудистой системы матери, канал контроля дыхания роженицы по данным электрокардиограммы, эхокардиограммы, электроэнцефалограммы позволит своевременно определить момент возникновения родовой слабости (дистоции).

Поэтому, в данное устройство [3] для контроля состояния системы «мать-плод» введен блок эталонной модели процесса «схваток» роженицы, в котором представлены информативные сигналы физиологических систем роженицы, определяющих процесс родовспоможения. Назначение этого блока является формированием звуковой и световой тревожной сигнализации, которая интегрально представляет состояние системы "мать-плод" и дает возможность не отвлекаться акушерскому персоналу на экран монитора в процессе родов и получать необходимую информацию о состоянии роженицы и плода в акустической и зрительной форме [3]. А ее дальнейшее использование в работе акушерских бригад позволит снизить риск отрицательного исхода в процессе родовспоможения. Помимо этого, использование устройства в последнем триместре беременности позволяет осуществлять контроль физиологического состояния роженицы и плода, а также прогнозировать более раннее обнаружение дистоции и, тем самым, своевременно осуществлять принимать меры по нормализации сократительной деятельности матки, что в результате повышает эффективность контроля и управления процессом ведения родов.

Таким образом, частота патологии беременности, родов, заболеваемости новорожденных зависит от влияния неблагоприятных техногенных и социальных факторов. Поэтому необходимо разработка многоканального акушерского монитора с расширенными функциональными возможностями, который позволит расширить охват физиологических систем, связанных с успешными процессами родовспоможения.

Литература:

1. Тимофеева Н.Б. Репродуктивное здоровье женщины и экологическая характеристика района проживания: автореф. дис. канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2007.
2. Порунов А.А., Тюрина М.М., Абдрахимова Д.Р. Структурное построение канала идентификации опасных ситуаций на основе использования эталонной модели системы мать-плод // Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017)» / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – С.548-552.
3. Патент на изобретение РФ № 2568254 20.11.2015 «Устройство контроля и прогнозирования состояния системы «мать-плод» в процессе родовспоможения»//Авт. Порунов А.А., Пушкова А.С., Тюрина М.М. Опубл. в бюл. № 32, 2015.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Миннуллина Алия Маратовна, обучающийся,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация. В работе представлен анализ влияния техногенных факторов на функционирование физиологических систем человека, а именно мочевыделительной системы (МВС).

Ключевые слова: экология, мочевыделительная система, мониторинг, быстроедействие, достоверность.

В последние 30-50 лет усиливается влияния техногенных факторов на экологию среды обитания человека. Это проявляется, прежде всего, в ухудшении состояния здоровья человека, вызванного выбросами загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов в биосферу (водную среду). В результате ухудшается жизнедеятельность всех физиологических систем человека и в частности большое влияние оказывается на мочевыделительную систему (МВС) через интоксикацию биожидкости. Вследствие этого возрастает частотность нефрологических заболеваний почек. В значительной мере этими заболеваниями страдают пациенты, работающие в производстве цементной, металлургической и химической промышленности. Так, например, по оценкам специалистов-медиков 20 лет назад частотность патологии в почках наблюдалось у 30 пациентов из 1000, в настоящее время это число равна приблизительно 200. Это подтверждается в работе автора [1], в которой приведены сведения о патологиях и факторах их провоцирующих (табл.1). Таким образом, представленные данные подтверждают актуальность разработки более совершенных технических методов и средств диагностики МВС, позволяющих выделять группу риска при скрининговых исследованиях населения и провести углубленное исследование с прогнозированием.

Проблема диагностики МВС состоит в том, что существующие отечественные устройства для диагностики параметров мочевыделительной системы не удовлетворяют современным требованиям по быстромудействию и достоверности постановки диагноза. В работах автора [2, 3] решены проблемы повышения быстрогодействия за счет реализации автоматизированного цикла измерения, включающий самокалибровку для достижения высокой точности и достоверности результатов исследования, который к тому же еще обеспечивает формирование информативных сигналов по всем параметрам уростатики и уродинамики.

Патологии мочевого выделительной системы и факторы их провоцирующие

Патология	Факторы
Болезни мочевого выделительной системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаток или избыток цинка, свинца, йода, кальция, марганца, кобальта, меди, железа во внешней среде 2. Загрязнение атмосферного воздуха сероуглеродом, двуокисью углерода, углеводородом, сероводородом, этиленом, окисью серы, бутиленом, амиленом, окисью углерода 3. Жёсткость питьевой воды
Новообразования мочевого выделительной системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Загрязнение атмосферного воздуха сероуглеродом, двуокисью углерода, углеводородом, сероводородом, этиленом, бутиленом, амиленом, окислами серы, окисью углерода 2. Загрязнение окружающей среды пестицидами 3. Недостаток или избыток магния, марганца, цинка, кобальта, молибдена, меди во внешней среде 4. Хлориды в питьевой воде

Применение терморезистивных анемочувствительных элементов в датчике расхода позволяют расширить диапазон измерения в сторону малых расходов и за счет этого охватить диагностикой более широкий круг пациентов различных возрастных групп, а также повысить достоверность постановки диагноза.

Рассмотрим концепцию построения перспективного устройства для измерения параметров уростатики, уродинамики и биопотенциалов мышц мочевого выделительной системы, которая построена на принципе вытеснения воздуха непосредственно соприкасающегося с биологической жидкостью (моча) (представлен на рис.1) [4].

В работу устройства положен принцип вытеснения воздуха непосредственно соприкасающегося с биологической жидкостью (моча) из емкости для сбора. Расход вытесняемого воздуха предлагается измерять с помощью датчиков расхода воздуха и температуры, которые не будут находиться в контакте с биологической жидкостью. Использование в качестве чувствительных элементов датчика расхода струйно-конвективных преобразователей позволяет достигнуть разрабатываемому устройству высокую чувствительность и быстродействие, вследствие отсутствия механических подвижных элементов [4].

Объем воздуха, вытесненного из мочесборника биологической

жидкостью в процессе мочеиспускания, обеспечивает определение основных параметров уродинамики – объемной скорости и объема выделенной мочи. При мочеиспускании поток мочи посредством воронки попадает в мочесборник. При постепенном накоплении жидкости в мочесборнике происходит синхронное вытеснение такого же объема воздуха из сосуда через предусмотренное отверстие, в которое и помещается датчик. То есть объем мочи равен объему вытесненного воздуха. При этом отсутствует контакт измерительной части прибора с агрессивной средой. Определение статических и динамических параметров выделенного воздуха при мочеиспускании можно осуществить посредством термоанемометрического датчика, принцип действия которого основан на зависимости между скоростью потока и теплоотдачей нагретого электрическим током анемочувствительного элемента, помещенного в поток. Электромиографический канал синхронизируется с моментом начала мочеиспускания. Результатом на выходе получаем расход, объем и напряжение посредством урофлоуграммы и электромиограммы.



Рис.1. Концепция структурного построения устройства для измерения параметров уродинамики и уростатики мочевыделительной системы [4]

наружный стакан; 2 – внутренний стакан; 3 – датчик первичных сигналов расхода воздуха и температуры; 4 – воронка; 5 – сливное отверстие; 6 – обтекатель; 7 – разделитель потока; 8 – первый электрогидроклапан; 9 – отверстие для вытеснения воздуха; 10 – отверстие для заполнения жидкостью; 11 – нижний электрод емкостного датчика; 12 – верхний электрод емкостного датчика; 13 – второй электрогидроклапан; 14 – компенсационный анемочувствительный элемент; 15 – измерительный анемочувствительный элемент; 16 – датчик атмосферного давления; 17, 19 – каналы управления соответственно верхним и нижним ЭГК; 18 – электроды емкостного датчика модуля самокалибровки; 20 – микроконтроллер обработки и формирования выходной информации.

Предложенная концепция структурного построения устройства для измерения уродинамических параметров мочевыделительных органов обладает повышенной точностью измерения и расширенным диапазоном, что дает возможность проводить исследования в широкой возрастной группе пациентов, высокую достоверность диагностики и своевременного выделения групп риска.

Литература:

1. Лазарева Н. В., Линева О. И. Взаимозависимые патогенетические риски влияния экотехнологических факторов на соматическое и репродуктивное здоровье человека // Медицинский альманах : мед. научно-практический журнал – 2017. – № 6. – С. 63-68 .
2. Миннуллина А.М., Дьячков К.В. Порунов А.А., Тюрина М.М. Сравнительный анализ методов и средств уродинамического мониторинга и разработка системы измерения параметров мочевыделительных органов.// Материалы конференции ХХІХ Всероссийской НТК "Биомедсистемы – 2016". – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2016.– С. 120-122.
3. Миннуллина А.М., Дьячков К.В., Порунов А.А., Тюрина М.М. Результаты системотехнической разработки устройства для уродинамического мониторинга// XXX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские, экологические системы и робототехнические комплексы (Биомедсистемы – 2017)». – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2017. – С. 220-223.
4. Патент RU 2 643 110 С1 (МПК А61В 5/20 (2006.01)) Устройство для измерения параметров уростатики и уродинамики мочевыделительной системы /Авт.: Порунов А.А., Тюрина М.М. и др.; Заяв. 30.12.2016; Оpubл. 30.01.2018; Бюл. № 4.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ЖЕНСКОЕ ЗДОРОВЬЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЕГО ДИАГНОСТИКИ

Муфаздалова Амина Наилевна, обучающийся
Гизамова Анастасия Руслановна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национально исследовательский технический университет им. А.М. Туполева-КАИ»,

Аннотация: Экологические условия жизнедеятельности организма в виде канцерогенных факторов влияют на репродуктивную функцию женщины. В работе рассматриваются вопросы гистероскопической диагностики женского здоровья с повышенной точностью, обеспечивающей достоверность оценки состояния репродуктивной функции.

Ключевые слова: экологические условия, канцерогенные факторы, гистероскопия, диагностика, репродуктивная функция.

Процессы жизнедеятельности организма непосредственно связаны с экологическими условиями окружающей среды. Экологические проблемы все больше и больше влияют на репродуктивную функцию женщины. Гомеостаз, существующий в организме, нарушается при изменении различных внешних химических показателей. Отклонения в биохимическом состоянии внутренней среды в любом органе могут вызвать патологическую цепную реакцию, что отразится и на уровне энергоинформационных процессов [1]. Избежать попадания патогенных химических веществ и внешних воздействий в организм женщины невозможно, так как даже бытовая техника представляет собой угрозу возникновения патологии из-за различных излучений, которые взаимодействуют с организмом. Пагубное влияние окружающей среды может вызвать изменения в гормональном фоне, ведя к сбою менструального цикла, появлению воспалительных процессов. Так возникновение эндометриоза связывают с попаданием в организм химических соединений с гормональной активностью, обладающих эстрогеноподобным действием. Имеются данные о том, что способностью вызывать эндометриоз обладают диоксины и другие хлорированные соединения.

Канцерогенные факторы физической природы также отрицательно влияют на процессы, протекающие в женской половой системе. Наиболее агрессивными являются рентгеновское и гамма-излучения [2]. Ионизирующие излучения способствуют возникновению доброкачественных и злокачественных опухолей и как следствие таких заболеваний как кистоз, полипоз, миома матки, рак шейки матки, рак яичников. Все эти болезни необходимо обнаружить на начальных стадиях, чтобы избежать последствий, которые могут привести к бесплодию.

Среди технических методов диагностики патологий женской половой системы, вызванных действием экологических факторов, наибольшее распространение имеет гистероскопия. Этот метод обладает рядом

преимуществ [3]: возможность проведения визуального осмотра внутренней поверхности матки, цервикального канала и маточных труб; возможность параллельно с диагностикой проводить малые оперативные манипуляции; отсутствие перфорации органов; высокая точность диагностических исследований.

Методика реализации гистероскопии основана на нагнетании расширяющей среды в полость исследуемого объекта и введении гистероскопа для оптического наблюдения состояния эндометрия. Для проведения исследования необходимы: гистероскоп, эндокамера, нагнетатель расширяющей среды (жидкость или газ), монитор [4].

Растяжение матки необходимо для раскрытия органа, распрямления его стенок и, как следствие, улучшения визуализации. Для введения жидких сред применяются воздушные помпы, создающие поток жидкости. Гистеропомпы позволяют автоматически регистрировать количество и давление введенной в полость матки жидкости и количество оттекающей из полости матки жидкости. Вероятность излишнего растяжения стенок матки велика, поэтому персоналу необходимо постоянно контролировать разницу между втекающей и вытекающей жидкостью. Перекачивание органа может привести к необратимым деформациям, последующим болевым ощущениям. В связи с этим необходимо ввести канал контроля давления и скорости его изменения, что сведет к минимуму погрешность данных измерений и влияние человеческого фактора при постановке диагноза. Также это позволит адаптировать работу гистероскопической установки в целом к индивидуальным особенностям женщины.

По представленной работе можно сделать следующие выводы: исследована проблема загрязнения окружающей среды и ее влияние на женскую половую систему; патогенные химические вещества, а также вредные ионизирующие излучения способны запускать патологические процессы в живом организме; обоснована возможность проведения гистероскопии с дополнением контроля параметров давления и скорости его изменения в исследуемом органе, что позволит снизить травматизм и повысить комфортность проведения гистероскопического исследования.

Литература:

1. Чабала Л.И., Звягинцева А.В., Чабала В.А. Экологическая безопасность человека // Вестник Воронежского государственного, 2010 г. [Электронный ресурс] URL: /article/v/ekologicheskaya-bezopasnost-cheloveka.
2. Серебряков П.В. Канцерогенные факторы физической природы (краткий обзор данных международного агентства по изучению рака) // Гигиена труда и медицинская экология. – Москва. – 2017. – С.53-54.
3. Пушкова А.С., Тюрина М.М., Порунов А.А. Исследование и разработка гистерографического канала автоматизированной системы акушерского мониторинга// Материалы конференции ХХІХ Всероссийской НТК студентов, молодых ученых и специалистов "Биотехнические, медицинские и

экологические системы и комплексы – Биомедсистемы – 2016". – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016.– С.347 – 350.

4. Порунов А.А. , Тюрина М.М. Современное состояние методов и средств измерения параметров газовых потоков. Международный научно-исследовательский журнал . Екатеринбург: Изд-во ИП Соколова. – 2015. – №2-1 (33). – С. 91-95.

Направление 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

УДК 631.4

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ АЗОТА И ФОСФОРА В Р.КАЗАНКА

Александрова Асель Биляловна, кандидат биологических наук;

Иванов Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук;

Валиев Всеволод Сергеевич, старший научный сотрудник

Шамаев Денис Евгеньевич, научный сотрудник

Мустафина Люция Камильевна, научный сотрудник

Шурмина Надежда Васильевна, научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Дана характеристика интенсивности водной миграции биогенных элементов (азота и фосфора) в поверхностных водах бассейна р. Казанка. Установлено, что интенсивность водной миграции фосфора из почв оценивается как сильная, азота – как средняя и слабая.

Ключевые слова: река Казанка, почвы, азот, фосфор, интенсивность водной миграции.

Биогенные элементы (азот, фосфор, сера, железо, кальций, магний, калий и др.) входят в состав живых организмов, определяют биологический круговорот веществ в биосфере, связанный с образованием «строительного материала» для живых организмов и разложением органических веществ. Азот и фосфор являются приоритетными загрязнителями природных вод, поступая в водные объекты с диффузным стоком из водосборных бассейнов, в структуре почвенного покрова которых значительные площади составляют сельскохозяйственные территории. С последними связаны два доминирующих по объему нагрузки вида загрязнения поверхностных вод – взвешенные вещества и элементы-биогены [1].

Показатель «общий азот» характеризует валовое (суммарное) содержание всех форм азота в пробах воды, донных отложений и почв и используется для характеристики внешней и внутренней биогенной нагрузки на водные объекты. Аналогично трактуется показатель «общий фосфор» [4].

Поскольку почва является одним из факторов устойчивости экосистем и во многом определяет качество сопредельных с ней природных сред, то характеристика интенсивности водной миграции биогенных элементов из почв и подстилающих отложений обозначает их региональную геохимическую специфику и может использоваться для принятия управленческих решений в части регулирования природопользования.

В настоящей работе впервые предпринята попытка исследования характера миграции биогенных веществ в системе «почвы-поверхностные воды» в бассейне р. Казанка.

В структуре почвенного покрова бассейна доминируют дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Распаханность бассейна превышает 42% [2]. Пробы воды отбирались в течение 2017 г. один раз за гидрологический сезон на 39 створах, расположенных на участках верхнего, среднего, нижнего течения реки. В пределах водосборного бассейна отобрано 38 проб поверхностных (0-20 см) горизонтов почв. Химический анализ почв и поверхностных вод выполнен стандартными методами.

Характер интенсивности водной миграции азота и фосфора определялся путем расчета коэффициента водной миграции (K_x), равного отношению содержания элемента в сухом остатке воды к его содержанию в горных породах, дренируемых рекой. Полученные данные сравнивались с показателями миграционных рядов элементов по А.И. Перельману: очень сильная миграция ($n \cdot 10$), сильная (n), средняя ($n \cdot 10^{-1}$), слабая ($n \cdot 10^{-2}$) [3].

Результаты исследования указывают на высокую миграционную активность в почвах бассейна соединений фосфора, сопровождаемую его выносом в поверхностные воды (табл.). В верхнем и среднем течениях р.Казанка интенсивная миграция фосфора в период открытой воды происходит во все сезоны года. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, протекающие в пахотных почвах биологические и химические процессы понижают эффективность фосфорных удобрений; коэффициент использования фосфора из удобрений составляет в среднем 15-25% от внесенной нормы. Во-вторых, потери фосфора почвами во многом связаны с процессами эрозии, которые характерны для исследуемого бассейна. Поступая в водоем со взвешенными частицами, в водной среде соединения фосфора подвергаются гидролизу, переходя в растворенное состояние. В среднем по р.Казанка коэффициент водной миграции фосфора составляет 2.60, что соответствует «сильной» водной миграции элемента.

Таблица 1

Интенсивность водной миграции азота и фосфора в р.Казанка			
	Коэффициент водной миграции (K_x)		
	Весна	Лето	Осень
Верхнее течение			
Азот	1.04	0.22	0.10
Фосфор	5.58	6.69	6.41
Среднее течение			
Азот	0.09	0.11	0.05
Фосфор	2.78	1.59	1.88
Нижнее течение			
Азот	0.03	0.03	0.04
Фосфор	1.35	0.37	0.52

Интенсивность водной миграции в водах р. Казанка азота варьирует от «сильной» до «слабой». В верхнем течении рост миграционной активности его

соединений, по-видимому, связан с наличием здесь источников загрязнения, расположенных непосредственно в водоохранной зоне реки и ее притоков, – молочных ферм, выгулов скота, мест водопоя.

Как общую закономерность следует отметить снижение коэффициента водной миграции азота и фосфора от верховьев к нижнему течению, что обусловлено, в том числе, «разбавляющим» действием водных масс по мере увеличения водности реки. В среднем по р.Казанка коэффициент водной миграции азота составляет 0,18, что соответствует градации «средней» интенсивности водной миграции элемента.

Таким образом, в бассейне р. Казанка отмечается интенсивная водная миграция общего фосфора и, в большинстве случаев, низкая миграционная активность общего азота в весенне-летне-осенний период.

Литература:

1. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ. Институт водных и экологических проблем. Барнаул: День, 2000. 130 с.
2. Мозжерин В.И., Ермолаев О.П., Мозжерин В.В. Река Казанка и ее бассейн. Казань: Orange key, 2012. 280 с.
3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во Астрей-2000, 1999. 730 с.
4. Ягов Г.В. Определение общего азота в пробах воды // Вода: химия и экология. 2014. №5. С. 82–87.

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОЧИСТКИ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ СПАВ

Ахтареев Александр Васильевич, обучающийся

Кремлева Наталия Викторовна, кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация: Использование устройств автоматического измерения концентраций веществ позволяет обеспечить требуемую степень очистки сточных вод на уровне ПДК.

Ключевые слова: синтетические моющие средства, СПАВ, сточные воды, фотоэлектроколориметр

В производстве синтетических моющих средств на ЗАО «Урусинский химический комбинат» образуются сточные воды, основным загрязняющим компонентом которых являются СПАВ. Для очистки сточной воды разработана схема с использованием метода флотации, для обеспечения требуемой степени очистки 99% – двухступенчатый проточный флотатор ФДП ТУ 4859-003-47154242-2003 [1]. Для повышения эффективности очистки в систему целесообразно введение устройств для автоматического измерения концентрации таких как фотоэлектроколориметр с приставкой для автоматизаций измерений. Предварительно было выполнено экспериментальное определение содержания катионоактивных СПАВ в моющих средствах (рис 1). Фотометрическое определение катионоактивных веществ основано на образовании соединения с красителем бромфеноловым синим. В кислой среде проводят экстракцию хлороформом и соединение приобретает устойчивый желтый цвет. Очень большие количества ПАВ вызывают сине-зеленую окраску органического растворителя. Предел обнаружения методики составляет 0.05 мг/л в 100 мл пробы.

После того, как построили градуировочный график, приготовили стандартный раствор 1 мл моющего средства «Биолан» разбавили в 200 мл дистиллированной воды. Определили содержание катионоактивных ПАВ. Оптическая плотность составляет 0,55 и по градуировочному графику нашли $C_{\text{СПАВ}}$ в образце – 0,97 моль/л. Это достаточно низкое значение показывает, что в современных СПАВ катионоактивные вещества применяются мало. Для определения анионоактивных СПАВ фотометрическими методами используют методы, основанные, в частности, на образовании окрашенного соединения при взаимодействии анионоактивных веществ с метиленовым синим, экстрагируемого хлороформом.

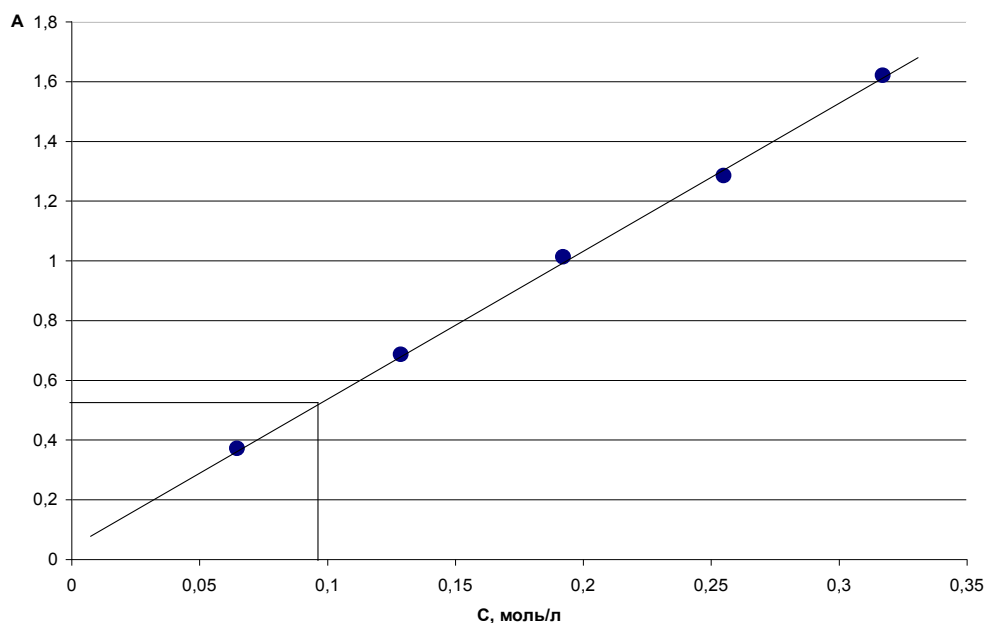


Рис 1. Определение содержания катионоактивных СПАВ

Большинство автоматизированных фотометрических приборов имеют сложные конструкции и нелинейность сигналов, что приводит к недостаточной точности измерений. Удачным решением явилась разработка автоматического анализатора АИП-287, который имеет ряд преимуществ т.к. обладает упрощенной конструкцией и достаточной точностью измерений. В устройстве имеется эталонная кювета, выполненная в виде прямой призмы с прямоугольным треугольником в основании, что позволяет за счет смещения кюветы увеличить толщину фотометрируемого слоя и снизить таким образом предел обнаружения. [1,2].

Применение подобных устройств в разработанной системе очистки сточных вод предприятия в сочетании с флотационной очисткой позволило обеспечить требуемую степень очистки, повысить производительность и экономическую эффективность природоохранного мероприятия.

Литература:

1. Покровская С.С., Салаватов Б.Н., Кремлева Н.В. Очистка сточных вод химического предприятия с использованием метода флотации. Международная научная конференция «Химия и инженерная экология» - XVII. 27-29 сентября 2017 г. Материалы конференции. Сборник статей -с.53-55.
2. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.В., Тунакова Ю.А. Стабилизатор полиолефинов фенолят никеля как вторичное сырье, получаемое при очистке гальванических стоков сернисто-щелочным отходом производства моторных масел // Вестник технологического университета: Т.18.№3 – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015, с. 101-103.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРЕ СРЕДНИЙ КАБАН

Богданова Ольга Анатольевна, научный сотрудник
Мустафина Люция Камилевна, научный сотрудник
Шурмина Надежда Васильевна, научный сотрудник
Абдуллина Флюра Макбуловна, научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Рассмотрена сезонная динамика биогенных элементов в озере Средний Кабан. Установлено, что проявления различных концентраций азота и фосфора в р. Казанка зависят от характера половодья и соответствующих изменений во внутриводоемных процессах.

Ключевые слова: озеро Средний Кабан, эвтрофикация, биогенная нагрузка.

Озеро Средний Кабан расположено в центральной части г. Казани, в пределах первой надпойменной террасе р. Волга. Средний Кабан испытывает антропогенную нагрузку в виде организованных стоков ливневых и талых вод, поверхностного стока с урбанизированных территорий. Озеро является водоемом-охладителем Казанской ТЭЦ-1, подогретые воды которой существенным образом трансформируют естественный тепловой режим водоема, влияя на функционирование всей водной экосистемы.

Как и другие водоемы республики, оз. Средний Кабан подвержено процессам эвтрофикации, что напрямую связано с накоплением в водной среде биогенных элементов – фосфора и азота, источниками которых служат отмеченные выше сосредоточенные и диффузные стоки. Определенный вклад в величину внутренней биогенной нагрузки на водоем вносят донные отложения, в составе которых аккумулированы значительные запасы соединений азота и фосфора [1-2].

Цель данной работы - изучение сезонной динамики биогенных элементов в оз. Средний Кабан в условиях антропогенной нагрузки за период с 2011 по 2014 годы.

Серийный отбор проб воды проводили на оз. Средний Кабан, напротив Казанской ТЭЦ-1 в различные гидрологические фазы согласно ГОСТ 31861-2012 и РД 52.24.353-2012. Для статистической обработки полученных данных использовался пакет программ «Statistica 6.0».

Как показали исследования, концентрации нитратов в поверхностном слое воды подвержены сезонным колебаниям (рис.). Их среднее значение за исследуемый период составило 2.94 мг/дм^3 . Максимальные концентрации нитратов – 6.60 мг/дм^3 отмечены в зимнюю межень. Продукционные процессы в водоеме в весенне-летний период сопровождались активным потреблением N-NO_3 , его концентрации в указанный период снижались от 0.4 до 0.6 мг/дм^3 . Осень, когда основные запасы азота сосредоточены в живом и мертвом

органическом веществе водных масс, характеризовалась низким содержанием нитрат-ионов 0.56 мг/дм^3 .

Содержание нитритов в воде зависит от интенсивности проходящих в водоеме процессов нитрификации и обычно как минимум на порядок ниже по сравнению с концентрациями нитрат-ионов (рис.). За период исследования их средняя концентрация составила 0.13 мг/дм^3 , что в 1.6 раз превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения. Дефицит кислорода, необходимый для окисления органического вещества и содержащихся в нем соединений азота, обусловил отмечаемую сезонную динамику нитритов в воде, когда максимальные их концентрации обнаруживаются в последний период, а также в период весеннего паводка.

Ионы аммония образуются при распаде азотсодержащих органических соединений, а их накопление в воде может являться критерием свежего загрязнения. Широкий диапазон содержания ионов аммония в поверхностных горизонтах вод оз. Средний Кабан за исследуемый период составило от 0.4 до 1.4 мг/дм^3 , что свидетельствует о значительном разбросе, обусловленном как природными, так и антропогенными факторами. Наличие в водах оз. Средний Кабан в вегетационный период ионов аммония в концентрациях, в 1.5-2 раза превышающих ПДК, негативно отражается на его санитарном состоянии.

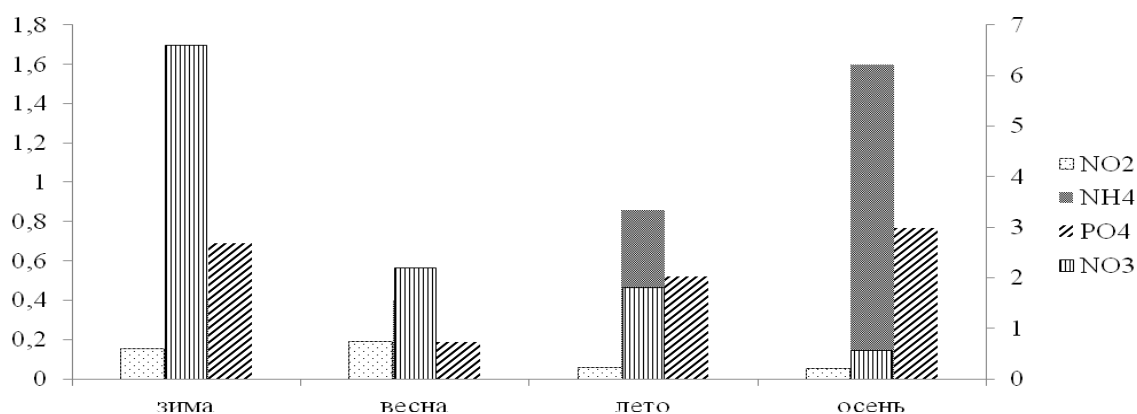


Рис. 1 Сезонная динамика биогенных элементов в воде оз. Средний Кабан

Сезонная картина распределения аммонийного азота является типичной для многих водоемов средней полосы России (рис.): это минимальные концентрации в зимний и весенний периоды и рост концентрации летом и, особенно, осенью, что связано с продукционно-деструкционными процессами в водоеме, составной частью которых является синтез и биохимическое разложение N-содержащих белковых веществ. Одновременно растет нагрузка поверхностного стока с урбанизированной территории, в составе которого содержатся органические соединения, начальная стадия деструкции которых ведет к образованию восстановленных соединений минерального азота.

Содержание фосфат-ионов в озерных водах также является индикатором антропогенного загрязнения. Их сезонные колебания зависят от соотношения

интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ.

Минимальные концентрации фосфатов в поверхностных водах оз. Средний Кабан наблюдались весной (в среднем 0.19 мг/дм^3) и летом (0.52 мг/дм^3), максимальные осенью (0.77 мг/дм^3) и зимой (0.69 мг/дм^3), в 1.3 ПДК раза превышая допустимые значения.

В целом в летний период на фоне бурного развития фитопланктона, использующего для своего роста и развития фосфор и содержащие его соединения, концентрации фосфатов заметно снижаются (рис.1). Постепенное накапливание фосфатов в нижележащих слоях озера может быть обусловлено их сорбцией растворимыми формами солей железа. Этот процесс приводит к образованию нерастворимых фосфатов железа в виде осадка, перемещающегося в нижележащие слои водоема. Многочисленные исследования показывают, что донные отложения, выступая источником внутриводоемного потока фосфора, служат своеобразным буфером, регулирующим общую фосфорную нагрузку на водоем. Таким образом, именно избыток фосфорсодержащих соединений является одним из ключевых факторов, влияющих на рост водорослей и, как следствие, возможность развития процесса эвтрофикации водоема.

Литература

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

МОДИФИКАЦИЯ ЦЕОЛИТА ТАТАРСКО-ШАТРАШАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ПИТЬЕВЫХ ВОД

Габдрахманова Гульнара Наилевна¹, аспирант

Файзуллин Рашат Искандарович², кандидат медицинских наук, доцент
заместитель директора по научной деятельности

Валиев Всеволод Сергеевич³, старший научный сотрудник

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

²Институт фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

³Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: разработана технология модификация цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения для создания фильтро-минерализационного материала для бытовых фильтров для доочистки питьевой воды, а также для обеспечения физиологической полноценности питьевых вод для потребителей.

Ключевые слова: питьевая вода, анионы, фильтро-минерализационная смесь, безопасность, физиологическая полноценность.

Нами проводилась оценка физиологической полноценности питьевой воды из системы централизованного водоснабжения г. Казани и отмечено несоответствие содержания фторидов в питьевой воде (0,125 мг/л, при норме 0,5–1,5 мг/л, что ниже минимального нормативного значения в 4 раза)[1].

Проведенные сопоставления цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения с цеолитовыми породами основных месторождений России и СНГ доказали, что значения катионообменной емкости, адсорбционной способности и других свойств цеолитсодержащих пород данные цеолитсодержащие породы (содержание цеолитов 20%) сопоставимы с показателями цеолитовых руд (содержание цеолитов 65-70%) [2]. Установленные свойства являются основанием проведения исследований по возможностям использования цеолитов Татарско-Шатрашанского месторождения для создания фильтро-минерализационных смесей для бытовых фильтров.

К наиболее эффективному методу модифицирования относится химическая активация, осуществляемая кислотами, щелочами и другими реагентами. Поэтому в качестве основы создаваемой фильтро-минерализационной смеси нами использовался цеолит с последующей модификацией. Известно, что при кислотной обработке цеолита происходит вымывание примесей. Одновременно имеет место декатионизация цеолита с существенным понижением содержания ионов металлов. Физико-химические исследования показали, что активация цеолита 2N и 3N соляной кислотой

способствует образованию дополнительных активных центров, что, вероятно, повышает его сорбционную способность [3].

Обработка исходного цеолита щелочью приводит к взаимодействию структурно-связанного оксида кремния в кристаллической решетке цеолита с раствором щелочи и последующему «вымыванию» части кремния в раствор [4]. Вследствие этого происходит образование мезопор в цеолитных носителях.

Содержание фторид – ионов в исходной (питьевой водопроводной) воде составляло 0,28 мг/дм³.

Этапы модификации разрабатывались на основании ранее проведенных исследований [5-7].

1 способ: на начальном этапе цеолит измельчали до размеров 1-3 мм, обрабатывали 4 н. соляной кислотой в течение 6 часов. После отмывки цеолита дистиллированной водой, его просушивали до естественного состояния при температуре 50°C в течение 2 часов. Декатионирование исходного порошкообразного цеолита осуществляли двукратной обработкой 0,5н. раствором нитрата аммония в пропорции 20 мл на 1 г цеолита. Обмен натрия на ионы аммония осуществляют при нагревании до температуры 80°C в течение 3 часов. Разложение аммонийной формы цеолита проводится до полного ее разложения при температуре 500°C в течение 4 часов. Далее обработка цеолита осуществлялась 0,1 М раствором кремнефтористого натрия при температуре 40°C в течение 6 часов. Готовый образец цеолита просушивался при температуре 40°C в течение одного часа. Отмывка готового образца цеолита осуществлялась трехкратно в большом количестве дистиллированной воде. Исходную (водопроводную) воду пропускали через цеолит. Отбор проб и определение содержание анионов производились каждые 1000 мл.

2 способ: на начальном этапе цеолит измельчали до размеров 1-3 мм, обрабатывали 4 М раствором гидроксида натрия в течение 6 часов. После отмывки цеолита дистиллированной водой, его просушивали до естественного состояния при температуре 50°C в течение 2 часов. Декатионирование исходного порошкообразного цеолита осуществляли двукратной обработкой 0,5н. раствором нитрата аммония в пропорции 20 мл на 1 г цеолита. Обмен натрия на ионы аммония осуществляют при нагревании до температуры 80°C в течение 3 часов. Разложение аммонийной формы цеолита проводится до полного ее разложения при температуре 500°C в течение 4 часов. Далее обработка цеолита осуществлялась 0,1 М раствором кремнефтористого натрия при температуре 40°C в течение 6 часов. Готовый образец цеолита просушивался при температуре 40°C в течение одного часа. Отмывка готового образца цеолита осуществлялась трехкратно в большом количестве дистиллированной воде. Исходную (водопроводную) воду пропускали через цеолит. Отбор проб и определение содержание анионов производились каждые 1000 мл.

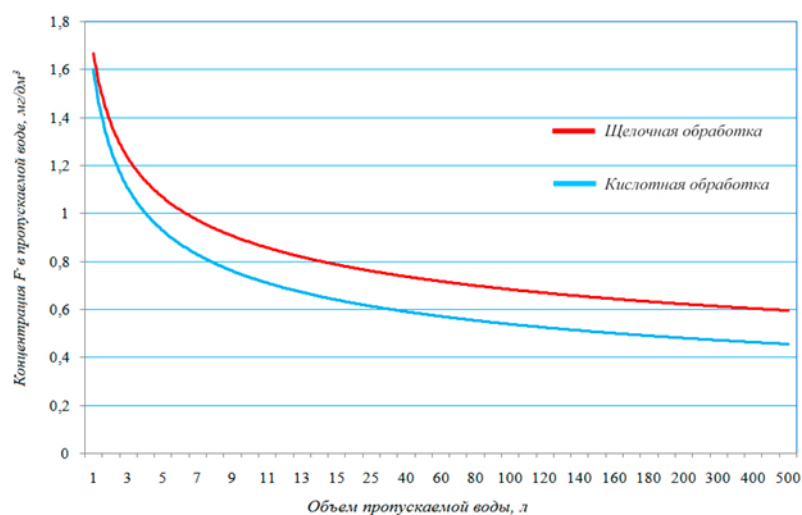


Рис 1. Выход фтора в пропускаемой воде

Щелочная обработка цеолита показала более стабильный выход фторид-ионов, но модифицированный таким образом цеолит имел меньшую емкость. Емкость цеолита после кислотной обработки сравнительно выше и также обеспечивает физиологическую полноценность питьевой воды в диапазон 0,5-1,0 мг/л. Продолжение исследований по получению фильтро-минерализационного материала из модифицированного цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения позволит добиться улучшения эксплуатационных свойств изготавливаемого на его основе фильтро-минерализационного материала. Исследование сорбционной емкости цеолита позволит оценить его эффективность, как и эффективность фильтров для доочистки питьевых вод в конечной точке потребления от катионов металлов, негативно влияющих на здоровье населения, как рассматривалось в [8-9].

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шмакова Ю.А., Галимова А.Р. Качество питьевой воды доходящей до потребителя г. Казани при водоподготовке с флокулянтном полиакриламидом // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №19. – С. 76-79.
2. Тюрин А. Н. Минералого-литологическая характеристика цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения, автореферат диссертации по специальности 25.00.06// Казань, 2003, 208с.
3. RU 2343975 Российская Федерация, МПК В01J29/40 (2006.01) Катализатор для пиролиза низкомолекулярных углеводородных фракций // Каратун О.Н. (RU), Лаврентьева Т. А. (RU), Горбунов А. М. (RU) // Патентообладатель(и): (ФГОУ ВПО АГТУ) (RU), 2007122533/04, 15.06.2007
4. Su L., Liu L., Zhuang J., Wang H. Creating mesopores in ZSM-5 zeolite by alkali treatment: a new way to enhance the catalytic performance of methane dehydroaromatization on Mo/HZSM-5 catalysts // Catalysis Letters. – 2003. – V. 91, № 3–4. – P. 155–167.

5. Тунакова Ю.А., Файзуллин Р.И., Валиев В.С., Габдрахманова Г.Н., Кузнецова О.Н. Создание фильтро-минерализационной смеси для обеспечения безопасности и физиологической полноценности питьевых вод, доходящих до потребителя на примере г.Казани// Вестник Казанского технологического университета.–2017. – Т.20. – № 16. – С. 142-145.
6. Тунакова Ю.А., Габдрахманова Г.Н., Файзуллин Р.И., Валиев В.С., Кузнецова О.Н. Способ обеспечения населения г. Казани физиологически полноценной питьевой водой //Вестник Казанского технологического университета. – Т.18. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического университета – 2015. – № 18. – С. 237-240.
7. Галимова А.Р., Тунакова Ю.А. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм// Вестник Казанского технологического университета. -2013. Т. 16. № 20. С. 165-169.
8. Галимова А.Р., Тунакова Ю.А., Мухаметзянова Э.Р. Повышение эффективности очистки питьевых вод на территории города Казани// Вестник Казанского технологического университета. – Т.18, 2015.-№ 6. С. 260-263.
9. Тунакова Ю.А., Шмакова Ю.А., Галимова А.Р. Оценка эффективности фильтров для доочистки питьевых вод в конечной точке потребления // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №19. – С. 83-86.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЭРО-ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНЕКАМСК)

Григорьева Ирина Геннадьевна¹, доцент

Шагидуллина Раиса Абдулловна², доктор химических наук, начальник
управления государственной экологической экспертизы и нормирования
воздействия на окружающую среду

Валиев Всеволод Сергеевич³, старший научный сотрудник

Новикова Ксения Николаевна,¹ обучающийся

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

²Министерство окружающей среды и природных ресурсов РТ

³Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Установленные вероятностные оценки различных факторов риска использованы для расчета интегрального индекса аэро-техногенного воздействия в точкам контроля АСКЗА г. Нижнекамск

Ключевые слова: интегральный показатель, население, воздействие, оценка.

В многочисленных работах, на пример [1], приводится описание математических моделей, применяемых для учета неопределенности при оценке экологических рисков. С использованием данных подходов нами были получены вероятностные оценки различных факторов риска здоровью населения г. Нижнекамск в условиях масштабного аэро-техногенного поступления атмосферных примесей. Согласно Руководству Р 2.1.10.1920-04 [2] для учета действия комплекса факторов на состояние здоровья населения определяется интегрированная оценка экспозиции. В п. 7.4.3. Руководстве указано, что при многосредовом и многомаршрутном воздействии критерием риска является суммарный индекс опасности (ТНІ), который рассчитывается по формуле:

$$ТНІ = \sum НІ_j$$
, где $НІ_j$ - индексы опасности для отдельных путей поступления или отдельных маршрутов воздействия. Следовательно, для получения интегральной оценки необходимо собрать в единый критерий все рассмотренные факторы риска, который должен быть безразмерной величиной, для того, чтобы выровнять веса разных факторов. Ранее были получены и приведены в работах [3-12]:

1. Вероятностная оценка уровня загрязнения воздуха;
2. Вероятностная оценка накопления металлов в образцах волос детей;
3. Прогноз НМУ, коэффициента трансформации, параметра Р;
4. Атрибутивный хронический риск здоровью факторами загрязнения воздуха по итогам инвентаризации стационарных источников;
5. Атрибутивный канцерогенный риск здоровью факторами загрязнения воздуха по итогам инвентаризации стационарных источников;

6. Относительный риск развития отдельных нозологических форм заболеваний по фактически измеренным концентрациям примесей на постах АСКЗА;

7. Долгосрочный риск аддитивных эффектов по накоплению металлов в организме, приуроченный к зонам исследования, привязанным к АСКЗА;

8. Доля НМУ в общем риске здоровью;

9. Вероятностная оценка загрязнения почв, с расчетом риска высоких значений СПЗ, способных вызывать негативные последствия для здоровья в зонах исследования, привязанных к АСКЗА.

Для оценки риска здоровью населения от воздействия совокупности факторов рассчитывался так называемый индекс совокупного воздействия – интегральный показатель, агрегирующий информацию о вероятностях неблагоприятных событий и обобщающий все оценки частных рисков в виде единой безразмерной величины, представленной суммой вероятностей всех путей реализации риска здоровью населения.

Установленные в ходе исследования вероятностные оценки различных факторов риска образуют взаимосвязанную систему показателей, характеризующих неблагоприятное воздействие на состояние здоровья населения. Используя вероятностные показатели рисков, рассчитанные для разных, приуроченных к точкам контроля АСКЗА, участков г. Нижнекамск, был рассчитан интегральный индекс аэро-техногенного воздействия I_n :

$$I_n = (R_{отн} + R_{био} + R_{нк} + R_k + R_{адд} + R_{спз>16} + P) - a_n,$$

где

$R_{био}$ - вероятностная оценка накопления металлов в биосредах,

$R_{нк}$ - атрибутивный хронический (неканцерогенный) риск здоровью факторами загрязнения воздуха по итогам инвентаризации всех возможных источников

R_k - атрибутивный канцерогенный риск здоровью факторами загрязнения воздуха по итогам инвентаризации всех возможных источников

$R_{отн}$ - вероятность превышения ПДК с.с. ($HQ > 1$) по фактически измеренным концентрациям ЗВ на постах АСКЗА

$R_{адд}$ - долгосрочный риск аддитивных эффектов по накоплению металлов в биосредах

a_n – коэффициент трансформации

P – параметр P .

Доля индекса совокупного воздействия при влиянии НМУ на условия распределения анализируемых факторов равна $(R_{отн} + R_{нк} + R_k + P) * 0,23$. Если вычесть это значение из общего, то будет индекс воздействия без влияния НМУ. Это показатель, характеризующий ближайшую перспективу, то есть такое состояние, которое достижимо при учете и контроле выбросов в период НМУ.

Рассчитанный индекс имеет вектор изменчивости как в пространстве (территориальная динамика), так и во времени (временная динамика). При этом

он очень удобен для визуализации перспективного развития: если на ось X отложить ход времени, а на Y - величину индекса, то задача перспективного развития должна заключаться в отсутствии роста кривой во времени (при движении по X), в идеале - ее постепенное снижение.

Индексы совокупного воздействия, рассчитанные для разных участков г. Нижнекамска в общем выражении и при контроле НМУ, представлены в табл.1, осредненные значения факторов риска, замеренных по всей территории г. Нижнекамска и приведенных к точкам контроля АСКЗА, см. табл.2.

Таблица 1

Индексы совокупного воздействия по зонам исследования (I_n)

Зоны	I_n общий	I_n с контролем НМУ	% потенциального улучшения
ул.Спортивная, 1а	1,08	1,03	4,7
ул.Сююмбике,54	0,84	0,652	22,4
ул.Юности,36	0,305	0,208	32
ул Ямьле, 20	0,015	0	100
ул. Гагарина, 32	1,563	1,296	17
ул. Молодёжная, 1	0,472	0,306	35,2
ул. Южная, 7	1,255	0,966	23

Таблица 2

Осредненные значения факторов риска по зонам исследования

Зона	$R_{спз>16}$	$R_{нк}$	R_k	$R_{отн}$	$R_{био}$	$R_{адд}$	a_N	P
Спортивная, 1а	0,14	0,210	0,135	0	0,129	-0,014	0,05	0,53
Гагарина, 32	0,29	0,300	0,120	0,16	0,21	0,023	0,12	0,58
Молодёжная, 1	0	0,150	0,06	0,39	0,145	0,047	0,44	0,12
Сююмбике,54	0,14	0,344	0,135	0	0,177	0,034	0,33	0,34
Южная, 7	0,14	0,300	0,120	0,45	0,129	-0,014	0,25	0,38
Юности,36	0,29	0,210	0,09	0	0,161	-0,026	0,54	0,12
Ямьле, 20	0	0,210	0,09	0	0,048	-0,050	0,31	0,05

Согласно п. 6.1.13 Руководства определение экспозиции является составной частью не только оценки риска, но и процесса управления риском, потому, что позволяет установить приоритетные, эффективные мероприятия по снижению риска.

Как следует из табл. 2 самыми проблемными участками по всей совокупности определяемых показателей являются жилые районы улиц Гагарина и Южная, прилегающие к автомагистралям. Не самая благополучная

обстановка отмечается в районе улиц Спортивная и Сююмбике, а участки улиц Юности, Молодежная и Ямле имеют самый высокий потенциал оздоровления. Следует особо отметить, что за счет контроля НМУ возможно добиться потенциального оздоровления ситуации даже на самых проблемных участках (ул. Гагарина, Южная) на 17-23%.

Литература:

1. Pastorok R. et al. Role of Ecological Modeling in Risk Assessment // Human and Ecological Risk Assessment: Vol. 9, No. 4, 2003. Pp. 939–972.
2. Руководство Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Москва, 2004.
3. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А. Разработка управляющих воздействий для систем принятия решений на основании уровня экологического вероятностного риска// Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2012. № 4-1. С. 271-277.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Подходы к определению экологического риска территории размещения полимерных производств// Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 11. С. 259-262.
5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Григорьева И.Г. Учет метеорологических факторов, формирующих уровень загрязнения приземного слоя атмосферы в зонах действия полимерных производств // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 19. С. 75-77.
6. Шагидуллин А.Р., Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А. Выявление зон сверхнормативного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха на территории г. Нижнекамска при залповых выбросах стационарных источников загрязнения // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 1. С. 383-385.
7. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С., Григорьева И.Г., Кузнецова О.Н. Возможности использования биологических объектов при мониторинге территорий с высоким уровнем антропогенной нагрузки (СООБЩЕНИЕ 1) // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 24. С. 160-162.
8. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С., Григорьева И.Г., Кузнецова О.Н. Возможности использования биологических объектов и теории риска для прогноза уровня экологического риска на урбанизированной территории (Сообщение 1) // Вестник технологического университета, 2016. Т. 19. № 17. С. 181-184.
9. Шагидуллина Р. А., Григорьева И. Г., Валиев В. С. /Сб. тр. Международной конференции «Химия и инженерная экология»-XVII Материалы конференции. Сборник статей. Казань, 2017, С. 199-202.
10. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллин А.Р., Кузнецова О.Н. Способ нейросетевого расчета концентрации мелкодисперсной фракции пыли в

приземном слое атмосферного воздуха мегаполисов // Вестник Казанского технологического университета, 2017. Т.20. , №17, с.134-138.

11. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Оценка вероятности превышения приземных концентраций примесей в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 1 // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 111-114.

12. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия // Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОСЕНСОРОВ В МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук,
старший преподаватель,

Гоголь Эллина Владимировна, кандидат химических наук, доцент,

Сибгатуллина Ольга Сергеевна, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. В работе описаны возможности экологического мониторинга с применением биосенсоров на основе тирозиназы, приведены их характеристики и способ иммобилизации фермента.

Ключевые слова: биосенсор, иммобилизация, мониторинг, фенол, электрохимические методы анализа.

В последние годы все более пристальное внимание привлекается к разработке экспрессных методов анализа, характеризующихся высокой доступностью, и вместе с тем, обладающих достаточными уровнями чувствительности и избирательности. Особый интерес вызывает возможность миниатюризации подобных аналитических устройств. Наиболее яркими представителями аналитических систем, сочетающих в себе перечисленные качества, являются биосенсоры [1].

Большинство биосенсоров ориентированы на анализ биологических жидкостей. Задача заключается в том, чтобы быстро и эффективно (количественно) определить концентрацию нужного соединения [2].

Под термином "биосенсор" следует понимать устройство, в котором чувствительный слой, содержащий биологический материал: ферменты, ткани, бактерии, дрожжи, антигены/антитела, липосомы, органеллы, рецепторы, ДНК, непосредственно реагирующий на присутствие определяемого компонента, генерирует сигнал, функционально связанный с концентрацией этого компонента. Конструктивно биосенсор представляет собой комбинированное устройство, состоящее из двух преобразователей, или трансдюсеров, - биохимического и физического, находящихся в тесном контакте друг с другом. Биохимический преобразователь, или биотрансдюсер, выполняет функцию биологического элемента распознавания, преобразуя определяемый компонент, а точнее, информацию о химических связях в физическое или химическое свойство или сигнал, а физический преобразователь это свойство фиксирует с помощью специальной аппаратуры. Наличие в устройстве биоматериала с уникальными свойствами позволяет с высокой селективностью определять нужные соединения в сложной по составу смеси, не прибегая ни к каким дополнительным операциям, связанным с использованием других реагентов, концентрированием и т. д. [3].

В настоящее время наибольшее распространение получили электрохимические преобразователи. Одни из них генерируют потенциал на специальном электроде, на поверхность которого нанесен слой биоматериала, другие генерируют электрический ток реакции продукта превращения определяемого вещества на поверхности электрода, вызванного биоматериалом. Другими словами, существуют потенцио- и амперометрические биосенсоры [4].

Характеристики биосенсоров - чувствительность, время отклика, линейный диапазон, предел обнаружения, селективность и специфичность - совпадают с таковыми для физических и химических датчиков. Относительно специфической характеристикой биосенсора является время его жизни; чувствительность биосенсоров со временем уменьшается из-за деструкции биологического материала. Понятно, что время жизни зависит от условий хранения и эксплуатации датчика.

Главные достоинства биосенсоров - их универсальность, сравнительно малое время отклика, высокая чувствительность и селективность, определяемая специфичностью используемых материалов, а также низкая себестоимость [5].

В данной работе предлагается электрохимический датчик, модифицированный тирозиназой для определения фенола в пробах воздуха рабочей зоны.

Биосенсор с тирозиназой обладает быстрым откликом <10 сек и хорошей стабильностью. Предел определения для фенола составляет $1 \cdot 10^{-8}$ М. Разработано двухфазное амперометрическое биосенсорное устройство с иммобилизованной тирозиназой для детектирования фенольных соединений как в водной, так и в органической фазах. Сенсор позволяет определять 1 нмоль/л (0,1 мкг/л) фенола в водных растворах в статических условиях и 10 нмоль/л (1 мкг/л) в потоке. Градуировочные графики линейны в пределах 5 порядков величины концентрации. Чувствительность определения фенолов в органических растворителях и интервал линейности градуировочных графиков сильно зависят от относительной гидрофобности растворителя и аналита. Изготовлен тирозиназный (Туг) биосенсор, основанный на иммобилизации фермента сшиванием глутаровым альдегидом на поверхность микропечатных электрохимических датчиков. Данный способ иммобилизации (в отличие от мембранного) позволяет создать ферментсодержащий слой, который практически не создает торможения переноса реагентов к активным центрам фермента. В качестве деполяризатора, предотвращающего побочные или нежелательные реакции на вспомогательном электроде, использовался отрицательно заряженный катионообменник Nafion, который позволил, снизить фоновый ток и предел обнаружения. Electrodes с Nafion являются подходящими для исследования проб с «участниками переноса электронов» [6].

Оптимизированы условия определения такие, как потенциал определения и рН р-ра носителя. Время жизни Туг биосенсора несколько недель. Вычислены кинетические параметры Туг реакции для 10 фенольных соединений. Возможно

применение биосенсора для анализа сточных вод и экологического мониторинга в целом.

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов. // Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259
2. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Методика определения фенола в сточных и питьевых водах. // Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С. 250– 253
3. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Перспективные подходы к определению диоксиноподобных токсикантов на основе биохимической диагностики // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 132 – 135.
4. Гумерова Г.И., Егорова О.С., Хузина Г.А., Лотфуллина Э.Р. Применение биосенсоров в мониторинге загрязнителей окружающей среды // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 296 – 298.
5. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Подбор материалов для конструирования электрохимических биосенсоров // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 302 – 306.
6. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С., Кузнецова О.Н. Способ иммобилизации ферментов на поверхности химически модифицированных электродов / Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. - №. 22 – С. 157-160.

ФЕРМЕНТСОДЕРЖАЩИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭМИССИИ КСЕНОБИОТИКОВ К ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ

Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук,
старший преподаватель,

Гоголь Элина Владимировна, кандидат химических наук, доцент,

Сибгатуллина Ольга Сергеевна, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. В работе описано возможное решение проблем оценки токсичности и канцерогенности некоторых экотоксикантов, а также возможность использования ферментсодержащих сенсоров для повышения экспрессности методов определения в экологическом мониторинге.

Ключевые слова: ферментсодержащий сенсор, ксенобиотик, биоаналитические методы анализа, мониторинг.

Жизнь - высшая форма существования материи. Обычно выделяют следующие уровни её организации: молекулярный, молекулярных систем, субклеточный, клеточный, органнй, целостного организма, популяционный, биогеоэценологический. Для данной работы интерес представляет взаимодействие токсиканта с живыми системами на всех уровнях их организации.

Молекулярная организация живого чрезвычайно сложна. Теоретически любая молекула организма может стать мишенью для воздействия тех или иных токсикантов. Однако поскольку значение разных классов и видов молекул для поддержания гомеостаза организма не одинаково, последствия этого воздействия различны [1].

Изучение биологической активности и, в частности, токсичности химических веществ для человека и животных — длительный и дорогостоящий процесс, связанный с проведением экспериментов, которые подчас противоречат международным требованиям гуманного отношения к животным. Поэтому на протяжении уже нескольких десятилетий ведется поиск альтернативных методов оценки токсичности и опасности химических веществ [2].

В последние годы прикладная химия добилась больших успехов. Даже малейшие загрязнения легко обнаруживаются. С другой стороны, практически все, с чем мы соприкасаемся в нашей жизни, содержит те или иные токсичные вещества. К примеру, арахисовое масло содержит канцероген Афлатоксин В1. Все это привело к многочисленным дебатам о том, что же считать безопасной дозой? На данный момент ученые опираются на результаты экспериментов на животных, если нет никакой дополнительной информации о данном токсическом агенте. Безопасной считается доза, составляющая 1% от дозы,

приводящей к видимой реакции на канцероген организма. В такой оценке много неточностей, но на данный момент она самая оптимальная [3].

Решение указанных проблем состоит в развитии методов биохимической диагностики, ориентированных на оценку токсического эффекта наиболее опасных загрязнителей в экологическом мониторинге. Благодаря количественной оценке токсического эффекта появляется возможность не только повысить информативность биохимического мониторинга, но и решать некоторые задачи экотоксикологии (экологическое нормирование, моделирование токсикации организма на молекулярном уровне, установление механизма метаболической трансформации и т.д.).

Идея использования биосенсоров для контроля эмиссии ксенобиотиков в окружающей природной среде основывается на способности загрязнителей взаимодействовать с биологическими системами с высокой степенью специфичности, присущей ферментным системам.

Собственно биосенсор изготавливается из биологически чувствительного элемента, который, в свою очередь, связывается с сигнальным переносчиком. В качестве чувствительного элемента могут выступать фермент, антитела, молекула ДНК, или же непосредственно микроорганизмы. В роли сигнального переносчика могут быть электрохимические, оптические или же акустические устройства. Электрохимические переносчики в процессе функционирования аналитической системы переводят измерения в виде напряжения или силы тока [4].

Одной из характеристик биосенсоров, которая выделяет их среди других биоаналитических методов, является то что, следы анализируемых компонентов или каталитических продуктов могут быть непосредственно и моментально измерены. Для биосенсоров, основанных на антителах, анализ следов соединений и немеченых антител и каталитических продуктов может быть проведен непосредственно за один прием, в то время как большинство иммунохимических методов представляют собой сложный многостадийный процесс.

Стремление к повышению экспрессности методов определения, а также к снижению стоимости анализа привело к сочетанию довольно простых методов анализа, например, с использованием биомаркеров со сложными инструментальными методами [5].

Мониторинг ксенобиотиков в окружающей природной среде является важной составляющей мероприятий по защите окружающей среды и оценке экологического риска. К сожалению, высокая стоимость аналитического оборудования и проведении анализа проб из окружающей среды на ПХДД/ПХДФ/ПХБ не дает возможности осуществлять в России полномасштабный контроль за их эмиссией. Использование биосенсоров позволяет обеспечить массовый анализ проб из окружающей среды на уронив нг/кг, что в свою очередь позволяет эффективнее осуществлять мониторинг объектов окружающей на предмет экологического риска [6].

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов. // Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259
2. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Методика определения фенола в сточных и питьевых водах. // Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С. 250– 253
3. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Перспективные подходы к определению диоксиноподобных токсикантов на основе биохимической диагностики // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 132 – 135.
4. Гумерова Г.И., Егорова О.С., Хузина Г.А., Лотфуллина Э.Р. Применение биосенсоров в мониторинге загрязнителей окружающей среды // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 296 – 298.
5. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Подбор материалов для конструирования электрохимических биосенсоров // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 302 – 306.
6. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С., Кузнецова О.Н. Способ иммобилизации ферментов на поверхности химически модифицированных электродов / Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. - №. 22 – С. 157-160

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЕГО ЭКОЛОГИЧНОСТИ

Севастьянов Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор
Домарацкая Евгения Алексеевна, старший преподаватель
Лисин Павел Алексеевич, обучающийся
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
им. М. Т. Калашникова»

Аннотация: Обосновывается необходимость применения переработки древесных отходов в лесопромышленном секторе.

Ключевые слова: экологичность, деревообработка, безотходное производство

В структуре промышленного производства Удмуртской республики (УР) доля лесной и деревообрабатывающей промышленности составляет более 2 %. Основные предприятия деревообработки и их характеристика представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика деревообрабатывающего производства УР

Организации	Характеристика производства
Группа предприятий «Увадрев - Холдинг»	Заготовка сырья и его глубокая переработка. Продукция: фанера и древесностружечные плиты,.
Группа компаний «УралПромЛес»	Производство деревянных домов и малых архитектурных форм из оцилиндрованного бревна и клееного бруса, пиломатериалы, европогонаж, столярные изделия.
ООО «Сарапульский лесозавод»	Производство продукции из цельной древесины: мебельного щита и мебельных заготовок из березы, бруска, других деталей мебели.
ООО ТПК «Восток-Ресурс»	Изготовление оцилиндрованного бревна, бруса и производство щепы.
ООО «Орион»	Заготовка и переработка древесины. Производство клееной фанеры, гнотоклееных изделий, пиломатериалов, технологической щепы.
ОАО «Воткинская промышленная компания»	Производство мебели из натурального дерева и ЛДСП.

Кроме того, ООО «Дриада»; Лесоперерабатывающий холдинг Удмуртия; ООО «Удмуртский комбинат деревянного домостроения»; ООО «Ижевский столярный завод» занимаются глубокой переработкой древесины на основе внедрения новых технологий. В УР широко представлены предприятия мебельного производства, в технологическом процессе которых присутствует заготовка и переработка древесины, а также внедряются современные

технологии сращивание древесины, производство топливных брикетов и древесного угля: ООО «Глазовская мебельная фабрика», ЗАО «МДНП «Красная звезда», ОАО «Можгинский лесокомбинат», ООО «МСТ Мебель», ООО «Чепецкая мебельная фабрика» и др. Анализ процесса переработки древесных ресурсов на всех стадиях производства связан с получением значительного количества отходов древесины, которые не могут быть использованы в дальнейшем производстве, кроме того, ухудшение качества леса вследствие образования ядровой гнили, приводит к тому, 4 % объема годовой заготовки приходится на ограниченную спросом дровяную древесину.

Статистика показывает, что в Российской Федерации ежегодно складывается 35 млн. кубометров древесных отходов, при этом опилки, кора, шлифовальная пыль, пораженная гнилью древесина не может быть использована в производстве вследствие высоких затрат на транспортировку к месту переработки [1,2]. В таблице 2 представлены объемы отходов различных видов лесопереработки.

Таблица 2

Объемы отходов процессов лесопереработки

Направления лесопереработки	Доля выхода, %		
	продукция	отходы	потери
1. Лесозаготовка	80	20	0
2. Лесопиление	55	38	7
3. Производство древесных плит	85	5	5
4. Фанерное производство	50	42	8
5. Лесохимическое производство	68	32	0

Как видно из таблицы, в некоторых производствах объем отходов соизмерим с объемом полезной продукции, поэтому древесные отходы широко используют как вторичное сырье и заменяют первичное сырье на предприятиях деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической промышленности при производстве строительных материалов. Конечная продукция из отходов может быть получена механической обработкой, химической, микробиологической и энергохимической переработкой [2].

Для повышения своей конкурентоспособности предприятия лесопереработки ищут эффективные способы переработки древесины, и в первую очередь ведется поиск технологий по показателям экологичности производства [3]. Бизнес-процессы в регионе строятся на моделях оценки показателей деятельности, модернизация деревообрабатывающих предприятий предполагает не только переход на новое оборудование, но и новые принципы бережливого производства [4]. В соответствии с ISO 14004, в котором определены принципы создания системы экологического менеджмента, при котором управление качеством окружающей среды становится одним из высших приоритетов предприятия [5].

Анализ использования отходов лесопиления и деревообработки показал, что спектр возможности их использования от производства мелкой

пилопродукции и клееных заготовок до лесохимической продукции. Крупные кусковые отходы перерабатываются в технологическую щепу, которая в дальнейшем может использоваться в качестве сырья для производства различных строительных материалов. Мелкие кусковые отходы являются исходным сырьем при производстве строительных материалов, вискозного волокна, технического спирта, кормовых дрожжей, уксуса, целлюлозы, бумаги, картона и др. [2]. Мягкие древесные отходы используют в производстве пресс-масс и пресс-изделий, применение коры возможно в производстве стружечных плит, топливных брикетов, фармакопейной смолы, дегтя и др. Утилизация древесных отходов предполагает их использование в качестве кормовых добавок и удобрений [6].

Современные способы термохимической переработки: пиролиз, газификация и сжигание позволяют получить различные продукты: сырьё для химической промышленности, альтернативное топливо, при которых обеспечивается энерготехнологическая переработка древесных ресурсов. Технология пиролиза основана на термическом разложении органических соединений без доступа кислорода при более низких температурах по сравнению с газификацией и горением [8]. Современный комплекс по переработке древесины в уголь на базе печи ретортного типа основан на технологии, при которой пиролизный газ подаётся в камеру горения, а полученное тепло подаётся в отсеки пиролиза, затем в отсеки сушки и отработанный топочный газ отводится через выхлопную трубу. По завершению процесса пиролиза реторты с древесным углем выгружаются на площадку для остывания, после чего освобождаются от продукта в выгрузочных устройствах и затем снова подаются на загрузку сырьем. Такое термическое разложение древесных отходов позволяет эффективно перерабатывать сырье в уголь удовлетворительного качества с 30% массовым выходом [9].

Эффективность пиролиза с получением древесного угля характеризуется возможностью широкого спектра сфер применения. В частности, на его основе производятся древесноугольные брикеты, которые расширяют сегмент потребителей и повышают экономическую эффективность производства [10].

Таким образом, комплексное использование является выгодным предложением как с точки зрения

Внедрение предложенных изученные технологии переработки древесного сырья способствуют обеспечению комплексного предотвращения и сокращения образования древесных отходов при производстве, снижению энергоемкости и ресурсоемкости производственных процессов и повышают эколого-экономическую эффективность и конкурентоспособность предприятий лесопромышленного комплекса.

Литература:

1. Андреев А.А. Ресурсосбережение и использование отходов заготовки и переработки древесного сырья // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. 2014. № 10. С. 148-155

2. Колесникова А.В. Анализ образования и использования древесных отходов на предприятиях лесопромышленного комплекса России //Актуальные вопросы экономических наук. 2013. № 33. С. 116-120.
3. Перминова О.М. и др. Моделирование бизнес-процессов в региональном промышленном кластере. Ижевск. «Парацельс-Принт», 2016. - 75 с.
4. Перминова О.М. Направления модернизации профессиональной подготовки кадров для региона // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 8. С. 66-74.
5. Севастьянов Б.В., Лобова И.Ю. Методы количественных оценок в менеджменте производственных и профессиональных рисков //Безопасность в техносфере.- 2008. № 1. С. 13-18.
6. Использование кусковых и мягких (опилок) отходов древесины [Электронный ресурс] / <http://timberbusiness.ru> (Дата обращения 11.09.2018)
7. Сафин, Р.Г. Энергонезависимая установка непрерывной переработки древесных отходов / Р.Г. Сафин, А.Р. Садртдинов, И.И. Хуснуллин // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №14. С. 181-182.
8. Тунцев, Д.В. Схема контактного пиролиза отходов лесозаготовки [Текст]/ Д.В. Тунцев, Р.Г. Хисматов, А.М. Касимов, И.С. Романчева, А.С. Савельев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. № 2-3 (7-3). С. 146-149.
9. Хисматов, Р.Г. Термическое разложение древесины при кондуктивном подводе тепла: диссертация ... кандидата технических наук : 05.21.05, 05.21.03 / Хисматов Р. Г. // Казань. нац. исслед. технол. ун-т. Казань. 2010. - 188 с.
10. Пиролиз березовой древесины горельников / Е.В. Халимов, Ю.Л. Юрьев, Т.В. Штеба, И.К. Гиндулин // Вестник Казанского технологического университета. - 2017. - Т. 20, № 3. - С. 76-78.

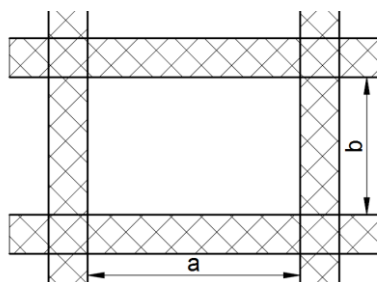
ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ МИКРОННЫХ СЕТОК

Ельчанинов Алексей Владимирович, обучающийся
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана»

Аннотация. Представлена методика расчета эффективности фильтровальных сеток, применяемых для механической очистки от взвешенных частиц жидкости и газа. Данный метод основан на статистическом подходе при ситовом режиме фильтрования.

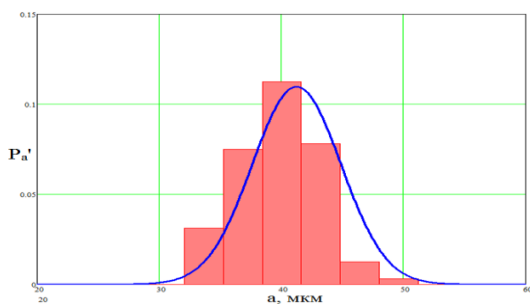
Ключевые слов: фильтр, проволочная сетка, эффективность улавливания.

В качестве фильтровального материала зачастую используют тканые проволочные сетки с квадратными ячейками (ГОСТ 6613-86). В следствие маленького размера ячеек, погрешности изготовления сеток оказывают значительную роль на эффективность их фильтрования. Технология изготовления сеток такова, что отклонения параллельности прутьев практически отсутствуют, поэтому действительную форму ячейки можно принять прямоугольной. В дальнейшем будем рассматривать 2 размера ячейки: длину a и ширину b (см. рисунок 1).



После проведения 100 измерений длин сетки с размером ячейки 40 мкм можно выдвинуть гипотезу о нормальном распределении величины длины ячейки (см. рисунок 2). С помощью критерия согласия χ^2 (хи-квадрат) гипотеза принимается на уровне значимости 0.005. Как замечалось ранее,

Рисунок 1 — Действительный вид ячейки



ячейки — прямоугольник, размером, определяющим фильтровальную способность (определяющий), будет наименьший размер ячейки. Поэтому для прогноза эффективности сетки необходимо знать распределение наименьших размеров в ячейках. Данное распределение можно

получить зная распределение наименьших размеров a и b . Допустим, мы измерили стороны ячеек и построили распределение размеров (см. рисунок 3), где a_i и b_i — середины диаметров разбиения, P_{ai} и P_{bi} — доли соответствующих размеров.

Для определения эффективности необходимо построить распределение наименьших размеров ячеек, в котором определяющим размером является размер a_i . Для построения необходимо для каждого размера a_i

просуммировать доли P_{bi} для которых $b_i \geq a_i$ (доля размера b_i значение которого больше a_i) и умножить данную сумму на соответствующую долю P_{ai} . То есть Q_{ai} – доля всех ячеек, в которых размер a_i является определяющим.

$$Q_{ai} = P_{ai} \times \sum_{i=1}^n \begin{cases} 0, & b_i < a_i \\ P_{bi}, & b_i \geq a_i \end{cases}$$

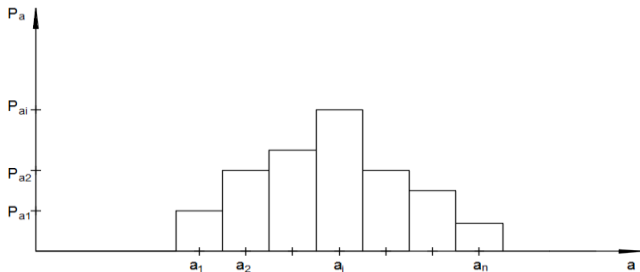


Рисунок 1 — Распределение

в Q_{ai} :

$$Q_{bi} = P_{bi} \times \sum_{i=1}^n \begin{cases} P_{ai}, & b_i < a_i \\ 0, & b_i \geq a_i \end{cases}$$

Частица будет задерживаться сеткой в том случае, если она попадет в ячейку, определяющий размер которой меньше чем характерный размер частицы, но для нахождения вероятности попадания частицы в такую ячейку необходимо учесть неравномерность расхода. Делаем допущение, что расход через ячейку будет пропорционален её площади $V \sim S$.

$S_i = Q_{ai} \times a_i \times K_{ai} + Q_{bi} \times b_i \times K_{bi}$, где коэффициенты – суммы соответствующих не характерных размеров, то есть

$$K_{ai} = \sum_{i=1}^n \begin{cases} 0, & b_i < a_i \\ [(P)_{bi} - Q_{bi}] * b_i, & b_i \geq a_i \end{cases};$$

$$K_{bi} = \sum_{i=1}^n \begin{cases} [(P)_{ai} - Q_{ai}] * a_i, & b_i < a_i \\ 0, & b_i \geq a_i \end{cases}$$

После нормирования, распределение S_i можно считать распределением расходов через ячейки в зависимости от их определяющего размера.

Дисперсный состав пыли при длительном диспергировании подчиняется логарифмически нормальному закону, пример которого изображен на рисунке

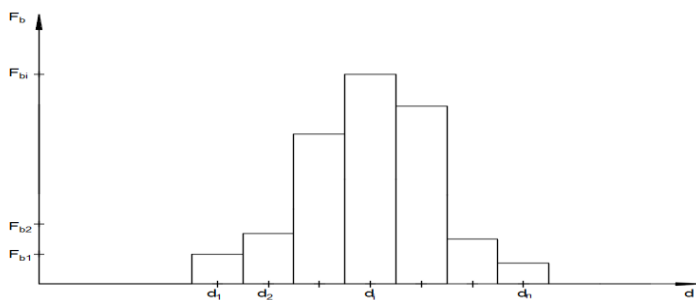


Рисунок 2 — Распределение частиц

Аналогичную операцию необходимо проделать для получения Q_{bi} , но в данном случае при равенстве размеров ячейка не будет учитываться, поскольку ячейки с одинаковыми размерами были учтены

4. В случае известных (измеренной) характеристик F_i и S_i можно сделать вероятностный прогноз эффективности фильтрации данной сетки, а точнее изменение распределения F_i после прохождения запыленного потока данной сетки.

$$A_i = F_i * \sum_{i=1}^n \begin{cases} S_i, & d_i < c_i \\ 0, & d_i \geq c_i \end{cases}$$

Распределение A_i – распределение пыли после прохождения сетки. То есть вероятность прохода частицы равна сумме вероятностей прохождения её в ячейки с размером, большим её собственного.

Величины F_i и A_i характеризуют доли количества частиц, но в

нормативных документах используются массовые характеристики (), поэтому удобнее было бы работать с массовыми долями. Перевод количественных долей в массовые удобен при сферических частиц пыли. Так

как плотность частиц одинаковая и $V_{ч} = \frac{\pi \times d^3}{6}$, то $F_{mi} = F_i * d_i^3$. После нормирования и повторения операции, аналогичной для нахождения A_i можно определить какую массовую долю частиц удалит сетка.

Расчет по данной методике произведен для полидисперсного порошка стиракрила сферической формы частиц и сетки, одно из распределений которой было представлено. По результатам 100 измерений построен график распределения порошка по количеству и массе, показанный на рисунке 5.

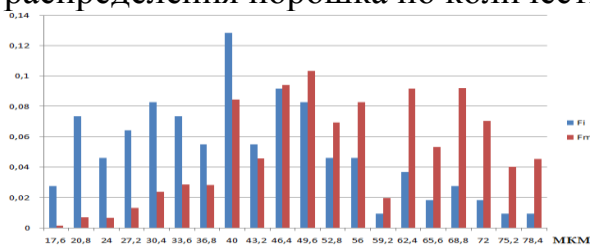


Рисунок 3 — Распределение полидисперсного порошка

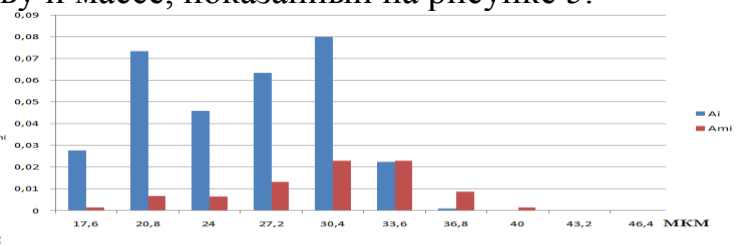


Рисунок 4 — Изменение распределения порошка после прохождения фильтровальной сетки

После выполнения вышеуказанных действий получаем распределение, показанное на рисунке 6.

Таким образом, можно предположить, что порошок, после прохождения сетки сохранит 31,3% частиц, которые составляют 8,36% от массы первоначального порошка.

При помощи данного метода можно определять сетку с каким номинальным размером необходимо применять для очистки среды от взвешенных частиц определенного дисперсного состава.

Литература:

1. Горяинов В.Б. Математическая статистика: Учеб. для вузов / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко . – 3-е изд., исправл. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 424 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XVII).

2. Спиридонов В.С. Эксплуатационные характеристики фильтровальных перегородок из проволочных сеток с ячейками микронных размеров / В.С. Спиридонов, Ю.М. Новиков, В.А. Большаков // Безопасность в техносфере. — 2013. — № 3. — С. 52-57
3. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления / А.Д. Альтшуль 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1982. — 224 с.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА НИЖНИЙ КАБАН Г. КАЗАНИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ФИТООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Иванов Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук
Зиганшин Ирек Ильгизарович, кандидат географических наук, доцент;
Валиев Всеволод Сергеевич, старший научный сотрудник
Маланин Виталий Викторович, научный сотрудник
Марасов Антон Александрович, научный сотрудник
Хасанов Рустам Равильевич, научный сотрудник
Шамаев Денис Евгеньевич, научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Дана оценка качества донных отложений озера Нижний Кабан г. Казани по содержанию приоритетных загрязняющих веществ – тяжелых металлов. Установлен высокий уровень загрязнения металлами седиментов в пределах локального участка акватории.

Ключевые слова: озеро Нижний Кабан, фитоочистные сооружения, донные отложения, загрязнение, тяжелые металлы.

Озеро Нижний Кабан располагается в центральной части г. Казани и вместе с другими водоемами системы – озерами Средний и Верхний Кабан – представляет собой в определенном смысле уникальный водный объект, обеспечивающий функционирование городского экологического каркаса. Многие десятилетия озера Нижний и Средний Кабан играют роль приемника сточных вод различных производств, расположенных на его берегах, а также коммунальных стоков, среди которых сильное негативное воздействие на биологические сообщества водоемов оказывает поверхностный сток. В составе последнего содержатся широкий спектр различных химических элементов и соединений, осаждаемых на городские улицы с выбросами промышленности и автотранспорта. Значительный вклад в загрязнение водоемов системы вносят нефтепродукты и тяжелые металлы [5]. Основная часть поступающих в озера растворенных и взвешенных веществ депонируется в составе донных отложений, участвующих в регулировании внутриводоемных потоков веществ. Внутренняя нагрузка на водные массы озер во многом будет зависеть от того, насколько прочно депонируемые вещества связаны с компонентами донных отложений, а также от физико-химических условий осадков и придонных слоев воды, регулирующих геохимические потоки элементов и соединений в системе вода-дно.

Подробное изучение структуры и свойств донных отложений озер Верхний, Средний и Нижний Кабан было выполнено специалистами ИПЭН АН РТ в 2011 г. [1, 2]. В частности, стратиграфические исследования позволили установить, что современная скорость осадконакопления в оз. Нижний Кабан составляет 7 мм/год. Большая часть ложа водоема, средняя глубина которого

сегодня составляет 8.4 м, покрыта тонкодисперсными отложениями различной мощности. Содержание в них пелитовых частиц составляет около 40%. При этом озерные осадки, насыщенные органическим веществом, отличаются относительно невысокой плотностью – 0.63 г/см³. Рыхлая структура отложений благоприятствует протеканию обменных процессов между поровыми водами и придонными слоями воды.

Следует отметить, что с 1983 по 1987 гг. на оз. Нижний Кабан проводились работы по изъятию донных отложений, направленные на экологическую реабилитацию водоема и снижение уровня химического загрязнения водных масс [4]. Технологическая схема работ предусматривала откачку ила в пределах 50 м от береговой линии. К сожалению, на тот период не удалось осуществить удаление всех загрязненных илов. Тем не менее, реализованный комплекс природоохранных мероприятий позволил обеспечить коренное улучшение экологического состояния озера.

Последнее десятилетие ознаменовано новым этапом экологической реабилитации озер системы Кабан. Инвентаризация сосредоточенных источников загрязнения озер и целенаправленная реализация мероприятий по снижению нагрузки со стороны промышленных предприятий, благоустройство береговой зоны оз. Нижний Кабан в районе Старо-татарской слободы привели к формированию стабильного по большинству показателей качества вод, как минимум, в поверхностных горизонтах. Результаты мониторинга, проводимого специалистами ИПЭН АН РТ на водоемах системы, показывают отсутствие значимых отклонений концентраций загрязняющих веществ, в том числе двойного генезиса, от предельно-допустимых значений [5].

В 2015 г. китайской компанией Turenscape была разработана концепция «Эластичная лента», направленная на формирование экологичного ландшафтного пространства по берегам оз. Нижний Кабан. Концепция, среди прочего, включала создание на одном из участков прибрежной зоны системы фитоочистных сооружений (ФОС), предназначенных как для выполнения эстетических функций в береговом ландшафте, так и для ознакомления населения с возможностями использования высшей водной растительности в качестве эффективного природного фильтра и нейтрализатора различного рода загрязнений, поступающих в водоемы в составе антропогенных стоков. Проект предусматривал забор воды из озера для попуска в ФОС. В этой связи в качестве одной из задач экологического обеспечения реализации проекта рассматривалась оценка качества воды и донных отложений в районе установки водозаборного устройства.

В 2017 г. было выполнено обследование акватории оз. Нижний Кабан на участке, прилегающем к предполагаемому месту строительства ФОС. Батиметрическая съемка показала, что диапазон глубин в исследуемой акватории варьирует от 2 до 11 м. Литоральная зона здесь, как в целом по озеру, выражена довольно фрагментарно: уже на расстоянии нескольких метров от береговой линии происходит резкое падение глубины.

В соответствии со схемой, представленной на рисунке 1, при помощи дночерпателя Петерсена было отобрано 11 поверхностных проб донных отложений по трем трансектам, охватывающим различные глубины.



Рис.1. Станции отбора проб донных отложений на оз. Нижний Кабан

В пробах донных отложений определяли содержание органического вещества, реакцию среды и содержание валовых ($5n \text{ HNO}_3$) и подвижных (ацетатно-аммонийный буфер с $\text{pH } 4.8$) форм металлов в соответствии с ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011. Уровень загрязнения седиментов оценивали по значениям коэффициентов концентрации (K_c) над фоновыми значениями в донных отложениях водоемов Республики Татарстан [3] и величине суммарного показателя загрязнения (СПЗ).

Результаты геохимической съемки донных отложений озера (2011 г.) и данные современного опробования локального участка акватории приведены в таблице. Наиболее существенные превышения содержания валовых форм (K_c 1.17-8.42) относительно фоновых значений по результатам обеих съемок отмечены по кадмию, свинцу, меди и цинку. Эти четыре металла вносят наибольший вклад в величину суммарного показателя загрязнения. Столь значительные превышения дают достаточно оснований утверждать, что их избыточное накопление в озерных отложениях связано с антропогенными источниками. Так, доля антропогенного Cd в илах, отобранных в районе ФОС в среднем равна 88% (!), Pb и Zn – 60%, Cu – 45%.

Накопление металлов в донных отложениях озера носит локальный характер и приурочено к источникам их поступления. В значительной степени пространственный характер локализации техногенных геохимических аномалий регулируется рельефом дна озера: максимальные уровни загрязнения отмечены на глубинах более 6 м. В частности, в районе ФОС высокие уровни концентраций валовых и подвижных форм металлов зафиксированы на станции 1, где глубина водоема составляет 11 м. Именно в профундали озера откладываются тонкодисперсные органо-минеральные взвеси, способные

сорбировать металлы из водной среды, обеспечивая таким образом механизм самоочищения вод по седиментационному типу.

Таблица 1

Среднее содержание тяжелых металлов в донных отложениях (мг/кг)
и оценка уровня загрязненности

	Озеро Н. Кабан (2011)	Район ФОС (2017)	Фон [3]	Кс (2011)	Кс (2017)
Валовые формы					
Cd	0.75	2.61	0.31	2.42	8.42
Pb	29.2	35.0	14.3	2.04	2.45
Co	8.4	5.0	10.7	0.79	0.47
Cu	26.9	42.0	23.0	1.17	1.83
Ni	29.9	20.3	40.6	0.74	0.50
Zn	105.8	140.3	65.0	1.63	2.16
Cr	29.9	11.1	30.1	0.99	0.37
Mn	405.3	593.5	405.6	1.00	1.46
Fe	1073.0	11530.0	21483.5	0.50	0.54
СПЗ				4.26	11.3
Подвижные формы					
Cd	0.72	0.61	0.12	6.00	5.08
Pb	9.80	10.30	1.42	6.90	7.25
Co	0.80	1.05	0.53	1.51	1.98
Cu	3.67	6.47	0.96	3.82	6.74
Ni	4.80	2.42	1.91	2.51	1.27
Zn	23.10	40.78	3.26	7.09	12.51
Cr	1.16	2.87	0.39	2.97	7.36
Mn	254.8	140.0	178.8	1.43	0.78
Fe	99	225.7	215.8	0.46	1.05
СПЗ				19.1	25.2

Уровень загрязнения донных отложений оз. Нижний Кабан по величине суммарного показателя загрязнения валовыми формами металлов можно оценивать как допустимый (СПЗ менее 16).

Наиболее опасны с точки зрения их высокой миграционной активности в водных экосистемах т.н. «подвижные» формы металлов, определение пула которых в составе донных отложений чрезвычайно важно для максимально объективной оценки уровня загрязнения, однако в экоаналитической практике применяется достаточно редко. Концентрации подвижных форм большинства тяжелых металлов в илах оз. Нижний Кабан, в т.ч. на участке акватории, прилегающем к ФОС, превышают природный геохимический фон в 1.5-12 раз (табл.). Существенный рост подвижности отдельных элементов в донных осадках обусловлен доминированием техногенного их поступления над

природным, поскольку в составе разнообразных сточных вод металлы обычно присутствуют в геохимически мобилизованных (легкорастворимых, обменных и др.) формах соединений. Приоритет в части вклада в общий уровень загрязнения донных отложений озера принадлежит подвижным формам цинка, кадмия, свинца, меди и хрома, что в целом коррелирует с оценками по уровню накопления валовых форм. При этом коэффициенты концентрации и суммарный показатель загрязнения подвижными формами металлов донных отложений озера кратно выше, чем валовых, а степень загрязнения подвижными соединениями металлов оценивается как «умеренно опасная».

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о значительном уровне загрязнения донных отложений оз. Нижний Кабан соединениями металлов. Накопление их в современных (0-5 см) и более глубоких слоях отложений озера указывает на наличие функционирующих источников поступления в водоем их соединений, ведущую роль среди которых, по нашему мнению, играет поверхностный сток с городской территории. Обеспечение ливневой канализации очистными сооружениями может коренным образом решить проблему загрязнения вод оз. Нижний и Средний Кабан не только тяжелыми металлами, но другими опасными для функционирования водной экосистемы химическими веществами и соединениями, включая нефтепродукты и биогенные элементы.

Литература:

1. Иванов Д.В. Донные отложения озера Средний Кабан города Казани // Георесурсы. 2012. №7(49). С.18-23.
2. Иванов Д.В. Параметры осадконакопления в озерах системы Кабан г. Казани // Российский журнал прикладной экологии. 2015. №2. С. 20-25.
3. Иванов Д.В. Региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ в системе мониторинга окружающей среды в Республике Татарстан // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. Т. XXIX, №2. С. 118-134.
4. Мингазова Н.М., Котов Ю.С. Казанские озера. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. 174 с.
5. Шагидуллин Р.Р., Латыпова В.З., Тарасов О.Ю., Никитин О.В., Яковлеа О.Г., Иванов Д.В., Петров А.М., Шагидуллина Р.А., Крапивина Н.Ю., Юранец-Лужаева Р.Ч. Природные и антропогенные факторы формирования качества воды озера Средний Кабан г.Казани // Георесурсы. 2012. №7(49). С.11-17.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ БИОПЛАТО ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Красногорская Наталия Николаевна, д-р технических наук, профессор,
Мусина Светлана Айратовна, ст. преподаватель
Белозерова Елена Алексеевна, ассистент
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет»

Аннотация. Рассчитаны параметры инфильтрационного биоплато горизонтальной и конической формы. Определено, что одинаковая эффективность очистки стоков достигается при использовании горизонтального биоплато площадью 309 м² и конического 113 м², что подтверждает целесообразность применения конического биоплато при ограниченной территории для очистки стоков.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, биоплато горизонтальное, биоплато коническое

Утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени и в этом направлении разработано множество разнообразных технологических приемов, в основе которых лежат физико-химические и биологические процессы деградации вредных компонентов сточных вод.

В последнее время для обезвреживания и доочистки сточных вод предприятий и селитебных территорий предлагается использовать естественные эколого-геохимические барьеры, к числу которых относятся биоплато. Биоплато – гидротехническое сооружение, использующее естественные свойства высшей водной растительности, бактериальных поселений зарослей, планктонных водорослей, способных разлагать, поглощать и преобразовывать органические и неорганические загрязнители (соли тяжелых металлов, пестициды), обеспечивая доочистку воды [1]. Ее достоинством является возможность существенно снизить стоимость очистки стоков населенных пунктов при сохранении или даже увеличении ее эффективности [2].

Различают русловое и инфильтрационное биоплато. Русловое биоплато представляет собой водоток или участок водотока, на котором создается определенный гидравлический режим, благоприятный для жизнедеятельности высшей водной растительности. Инфильтрационное биоплато (биоинженерное сооружение) – водоохранное сооружение с фильтрующим основанием и посадками высшей водной растительности. Движение жидкости в этих сооружениях обеспечивает очистку в горизонтальной плоскости через заросли растений, а в вертикальной через корнеобитаемый, насыщенный микрофлорой слой грунтов [2].

Как правило, инфильтрационное биооплато представляет собой горизонтальное сооружение, однако авторами работы предложено использовать конусообразную форму (рисунок 1), так как при такой организации повышается удобство эксплуатации и расширяются функциональные возможности за счет уменьшения необходимой территории при сохранении эффективности очистки стоков.

Для того, чтобы оценить целесообразность применения конического биооплато авторами работы рассчитаны при одинаковых исходных данных площади занимаемые горизонтальным и коническим биооплато. При расчетах принимались: время очистки сточных вод - 1 сутки, глубина посадки тростника обыкновенного - 0,8 м, расстояния между каналами n_k нет, ширина каналов принималась 1 м ($n_k = 0$ м, $m_k = 1$ м).

Общая площадь инфильтрационного горизонтального биооплато S (м²) прямоугольной формы, при глубине биооплато $h_k = 1$ м, согласно [3]:

$$S = \frac{Q_{сут} \cdot \tau \cdot (m_k + n_k)}{h_k \cdot m_k} = \frac{309,8 \cdot 1 \cdot (1 + 0)}{1 \cdot 1} = 309,8 \text{ м}^2 \quad (1)$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход ливневых стоков, м³/сут;

τ – время очистки ливневого стока, сут.;

n_k – расстояние между каналами биооплато, м;

m_k – ширина канала биооплато, м;

h_k – глубина канала биооплато, м.

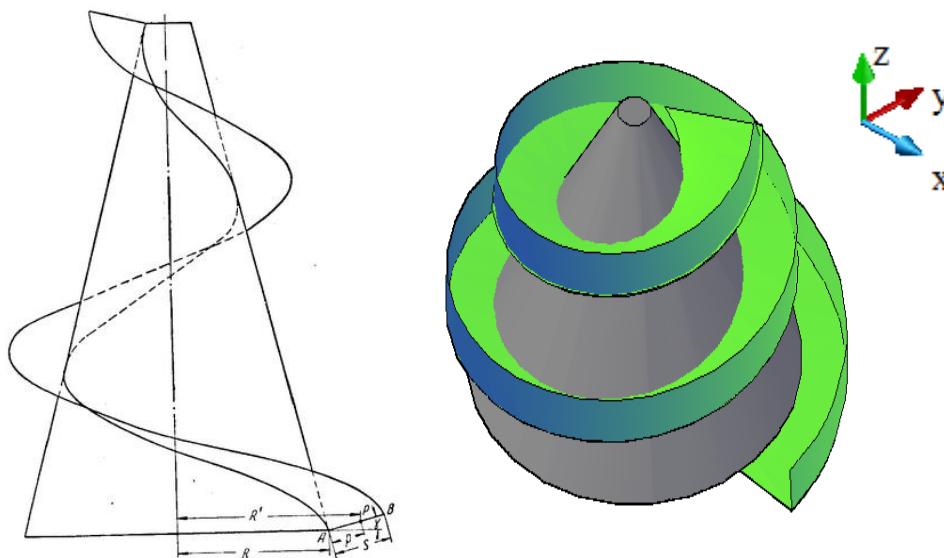


Рис. 1 - Общий вид биооплато конической формы и схема для вывода параметрического уравнения его площади

Таким образом, зная площадь инфильтрационного биооплато прямоугольной формы, определены размеры каждой стороны, которые составили, $a=10$ м, $b = 31$ м.

Размеры конического биоплато рассчитывались с помощью математического аппарата Microsoft Excel, согласно формулам 2 и 3.

Формула для нахождения площади винтовой поверхности конического биоплато:

$$F = \frac{1}{2b_1} \left[\frac{1}{3} \left\{ [(R-b_1\varphi)^2 + a_1^2]^{1,5} - [(R_1-b_1\varphi)^2 + a_1^2]^{1,5} \right\} + \left((R-b_1\varphi) \ln \left[(R-b_1\varphi) + \sqrt{(R+b_1\varphi)^2 + a_1^2} - \sqrt{(R-b_1\varphi)^2 + a_1^2} \right] - (R_1-b_1\varphi) \ln \left[(R_1-b_1\varphi) + \sqrt{(R_1-b_1\varphi)^2 + a_1^2} + \sqrt{(R_1+b_1\varphi)^2 + a_1^2} \right] \right) \right] \Bigg|_{\varphi_1}^{\varphi_2} \quad (2)$$

где S – шаг винтовой линии;

φ – угол поворота винтовой линии;

R – радиус конуса;

s – длина отрезка АВ;

$$a_1 = \left(\frac{S}{2\pi} \right) \cos \alpha ;$$

$$R_1 = R + s;$$

$$b_1 = \frac{S}{2\pi} \sin \alpha;$$

α – угол раствора конуса.

Полагая $\varphi_1=0$ и $\varphi_2=2\pi$, получили площадь первого витка, при $\varphi_1=2\pi$ и $\varphi_2=4\pi$ – второго витка и т.д. Количество витков определяли с условием, что вода должна быть очищена до ПДК рыб.хоз [4]:

$$l = \frac{1,3 \cdot Q_{\text{сут}}}{h_b \cdot g} \cdot (C_n - \text{ПДК}_{\text{р.х.}}) \quad (3)$$

где $Q_{\text{сут}}$ - суточный расход ливневых стоков, м³/сут;

h_b – глубина биоплато, м;

g – очистительная способность отдельного вида высшего водного растения, г/м²·сут;

C_n – начальная концентрация загрязняющих веществ, мг/л;

Расчеты позволили определить радиус конического основания - 6 м, ширину винтовой линии – 2 м, шаг винтовой линии – 1 м, угол $\alpha=45^\circ$, при этом у биоплато будет 6 витков. Таким образом, для организации конического биоплато потребуется площадь в $\approx 113 \text{ м}^2$, что почти в 3 раза меньше горизонтального.

Сточные воды, прошедшие фиторемедиационную очистку на биоплато, можно использовать в оборотном водоснабжении предприятий и населенных мест, сократив тем самым потребление питьевой воды и, следовательно, материальные расходы на водопотребление. Еще одним достоинством биоплато является то, что оно органично вписывается в природный ландшафт, повышает его эстетическую ценность.

Литература:

1. Красногорская Н.Н. Выбор высших водных растений при очистке сточных вод с помощью биоплато Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология – 2016) / Красногорская Н.Н., Мусина С.А., Бреднева Т.О. // Сборник научных статей XII-й Международной научно-технической конференции. – Уфа: УГАТУ, 2016. – С.387-394
2. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Kruger International Consult A/S, Denmark, V.F. Karpuhin. – Copenhagen: Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Protection Agency, Printed by Schultz Grafiks, 2001. – 253 p.
3. Исаева, 2006 – Исаева О.Ю. Исследование перспективных методов очистки сточных вод от тяжелых металлов с целью создания эколого-геохимических барьерных зон: Дис. ... канд. техн. наук / Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа, 2006. – 174 с.
4. Назармамедов О. Институт «Туркменсувылымтаслама» Технология биоинженерной очистки дренажных вод Тукменистана от ядохимикатов [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.icwc-aral.uz/15years/pdf/nazarmamedov_ru.pdf (дата обращения 25.09.2018)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Латыпова Тамила Ринатовна, аспирант;

Степанова Надежда Юльевна, доктор биологических наук, профессор;

ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Аннотация: Разработана статистическая CLMM-модель, которая показала повышение надежности интерпретации данных по токсичности донных отложений в элюатных тестах на инфузориях *Paramecium caudatum*.

Ключевые слова: донные отложения, токсичность, статистическая модель, *Paramecium caudatum*.

Биотестирование позволяет интегрально оценить уровень токсического воздействия загрязняющих веществ и прогнозировать токсическую опасность в реальных условиях [1]. Одной из до сих пор нерешенных проблем в экотоксикологическом мониторинге является неоднозначность интерпретации результатов наблюдаемой токсичности в природных средах со сложной многокомпонентной матрицей, таких как донные отложения (ДО) [3]. Это связано с биологически обусловленной вариативностью чувствительности культуры во времени [2]. В этой связи целью исследования было разработать математическую модель для устранения неоднозначности в интерпретации результатов токсичности в элюатном тесте с инфузориями *Paramecium caudatum*.

Для реализации этой цели были использованы результаты токсикологических экспериментов 85 проб донных отложений Куйбышевского водохранилища и рек Республик Татарстан и Марий Эл (элюаты, полученные после экстракции культивационной водой в соотношении 1:4 в течение суток). В качестве критерия токсичности использовали ингибирование деления клеток инфузорий в течение 24 часов.

Результаты контрольных экспериментов были объединены в единую базу данных с целью учета разности чувствительности культуры в разное время проведения экспериментов.

В ходе работы были опробованы разные типы моделей, из них наиболее статистически значимые результаты получены с помощью модели ординального типа. Данная CLMM- модель имеет вид

$$\begin{aligned} \text{logit}(P(Y_{i,k,m} \leq j)) &= \theta_j - \text{RiverSite}_i + RE_k \\ RE_k &\sim \text{Norm}(0, \sigma_{RE}^2) \end{aligned} \quad (1)$$

где j – число инфузорий, i – номер пробы, k – номер эксперимента (один эксперимент – единые особенности различных параметров культуры), m – номер опыта для данной реки и эксперимента. RiverSite_i – изменение среднего по сравнению с контролем для i -й пары на логистической шкале.

Для контроля была введена специальная переменная «без пробы», которая использовалась как база сравнения (значения всех остальных параметров сравнивались с ней).

В использованной модели достоверность эксперимента определялась через сравнение вероятностей получить в контроле определенное количество клеток *Paramecium caudatum* и такое же количество в исследуемой пробе. Для каждой пробы оценивалась значимость разницы вероятности получить от 1 до 14 клеток инфузорий в контроле и в пробе (для каждого количества – для 1 клетки, для 2-х клеток и т.д.), так как максимальное количество инфузорий, полученных за сутки в результате токсикологического опыта в базе экспериментов, достигает 14.

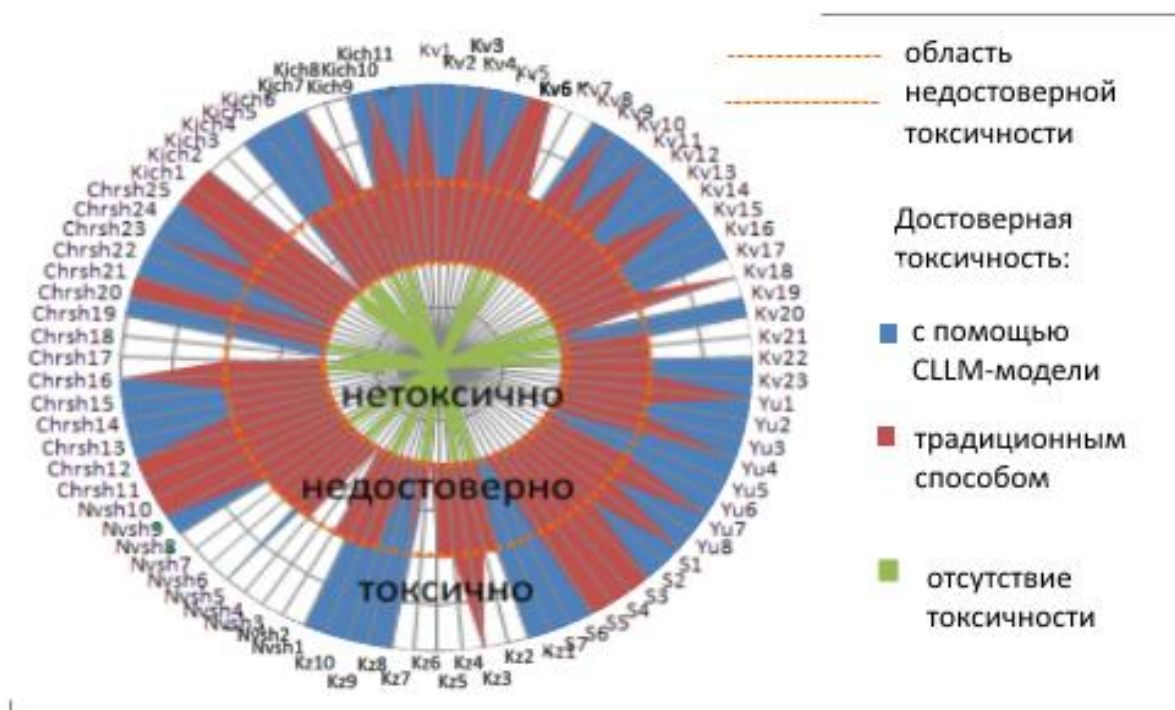


Рис.1 Сравнение токсикологических оценок донных отложений в элюатных тестах на инфузориях *Paramecium caudatum* традиционным методом и с использованием статистической CLLM-модели

При использовании традиционных методов обработки данных почти половина отобранных проб (41%) имеет токсичность, неподтвержденную статистическими методами (достоверность проверяли с помощью непараметрического критерия Майна-Уитни, соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка). В некоторых случаях проведение повторных экспериментов позволило получить однозначный результат по токсичности, но большая часть данных продолжала сохранять статус недоказанной токсичности.

Как видно из рис.1, применение полученной статистической модели позволило точно определить, токсична исследованная проба или нет.

Таким образом, использование разработанной статистической CLMM-модели демонстрирует повышение надежности интерпретации данных по токсичности донных отложений на инфузориях *Paramecium caudatum* за счет того, что все неоднозначные результаты после обработки алгоритмами математической модели приобретают статус либо точно токсичных, либо точно нетоксичных.

Литература:

1. Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Биологические подходы к оценке экотоксикологического состояния водных экосистем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки, 2015. – Выпуск 1. – С. 72-83.
2. Wiczerzak M., Namieśnik J., Kudłak B. Bioassays as one of the Green Chemistry tools for assessing environmental quality: A review.// Environment International, 2016. Volume 94. P.341-361
3. Wolska L., Sagajdakow A., Kuczyńska A., Namieśnik J. Application of ecotoxicological studies in integrated environmental monitoring: Possibilities and problems. // TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2007. – Volume 26, Issue 4. . – P. 332-344

УДК: 504.064.36

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АММИАКА И СЕРОВОДОРОДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г.КАЗАНИ

Линева Ольга Сергеевна, обучающийся

Мальцева Светлана Александровна, кандидат химических наук, доцент
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. Представлены результаты фотометрического определения концентрации аммиака и сероводорода путем улавливания пленочным хемосорбентом из атмосферного воздуха на территории г.Казани.

Ключевые слова: концентрации аммиака, концентрации сероводорода, пленочный хемосорбент, фотометрия.

Уровень загрязнения атмосферы создается в результате поступления выбросов вредных веществ от всех источников на территории города и атмосферных процессов, влияющих на перенос и рассеивание этих веществ от источников загрязнения. По данным Госдоклада о состоянии окружающей природной среды в РТ [1] в течение 2017 г. в г. Казани зафиксировано случаев превышения ПДКм.р.:

- по аммиаку -42 превышения;

- по сероводороду -2 превышения, что подтверждает необходимость систематического определения данных примесей на стационарных постах наблюдений. Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на территории

Отбор проб атмосферного воздуха за содержанием данных примесей производится на стационарных постах наблюдений по полной программе – ежедневно четыре раза в сутки. Содержание сероводорода также определяется на автоматических станциях – каждые 20 минут. Для оценки загрязнения атмосферы используются три показателя качества воздуха: ИЗА, комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей (величина ИЗА рассчитывается по среднегодовым концентрациям, поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха); СИ, стандартный индекс, наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК; НП, наибольшая повторяемость (в %) превышения ПДК. по отдельной примеси по городу. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается: низким при ИЗА 0 - 4, НП<10, СИ<1; повышенным при ИЗА 5 – 6, НП 10 – 19, СИ 1 – 4, высоким при ИЗА 7 - 13, НП 20 - 50, СИ 5 - 10; очень высоким при ИЗА≥14, НП>50, СИ>10 [1-6].

Нами проводилось фотометрическое определение концентрации аммиака и сероводорода в атмосферном воздухе г. Казани, уловленных из атмосферного воздуха пленочным хемосорбентом.

Определение аммиака проводилось по индофенолу, образующемуся в результате взаимодействия аммония с гипохлоритом и фенолом в присутствии нитропруссиды натрия. Определение концентрации аммиака в атмосферном воздухе проводилось в диапазоне 0,03 - 6,0 мг/м³ при объеме пробы воздуха 40 дм³ с суммарной погрешностью при доверительной вероятности 0,95 не более 15 %. Оптическая плотность измерялась при 625 нм по отношению к воде в кюветах шириной 5 мм.

Определение сероводорода проводилось в диапазоне 0,003 - 0,075 мг/м³ при объеме проб воздуха 80 дм³ с суммарной погрешностью не более 25 %. при доверительной вероятности 0,95. Фотометрическое определение проводилось по метиленовой синей, образующейся в результате взаимодействия сульфид-иона с N, N-диметил-p-фенилендиамином и хлорным железом. Оптическая плотность измерялась при 625 нм по отношению к воде в кюветах шириной 10 мм при длине волны 670 нм.

Средние концентрации рассматриваемых примесей за период исследования не превышали санитарно-гигиенических норм. Содержание сероводорода в атмосферном воздухе (СИ 1.5, НП 0.5) выше всего в Советском районе г.Казани. В Кировском и в Приволжском районах больше всего содержание аммиака (СИ 2.3, НП 0.4 и СИ 1.6, НП 0.7 соответственно). Данный уровень загрязнения атмосферного воздуха рассматриваемыми примесями считается низким.

Литература:

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды республики Татарстан в 2017 г.
2. Шагидуллин А.Р., Тунакова Ю.А., Шагидуллин Р.Р. Аспекты практического применения нормативного метода расчета распространения примесей в атмосфере для оценки приземных концентраций в условиях города // Дифференциальные уравнения и их приложения в математическом моделировании. Материалы XIII Международной научной конференции. Издательство Средне-волжского математического общества, 2017, С. 462-469.
3. Шагидуллина Р. А., Григорьева И. Г., Валиев В. С. Расчет концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха по значениям метеорологических параметров Сб. тр. Международной конференции «Химия и инженерная экология»-XVII Материалы конференции. Сборник статей. Казань, 2017, С. 199-202.
4. Шагидуллин А.Р., Тунакова Ю.А., Мустафина Л.Н. Оценка уровня загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха на территории г. Казани Сб. тр. Международной конференции «Химия и инженерная экология»-XVII Материалы конференции. Сборник статей. Казань, 2017, С. 189-191.
5. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г. Разработка моделей прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха / материалы IV всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) системы обеспечения техносферной

безопасности Таганрог, Россия, 11 – 15 сентября 2017 г. Издательство Южного федерального университета, 2017, с. 243-245.

б. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха сб. трудов Шестого международного экологического конгресса (Восьмой международной научно-технической конференции), "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT 2017, 20-24 сентября 2017 г. С. 180-183.

ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ

Линева Ольга Сергеевна,¹ обучающийся
Мальцева Светлана Александровна,¹ кандидат химических наук, доцент
Шагидуллин Артур Рифкатович,² кандидат физико-математических наук
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. Представлены результаты расчета поступления компонентов выбросов в приземный слой атмосферного воздуха на территории Советского района г.Казани. Определены автомагистрали, характеризующиеся наибольшим поступлением компонентов выбросов и даны рекомендации по уменьшению уровня загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха на локальном уровне.

Ключевые слова: мониторинг, выхлопные газы, суммарный выброс

В атмосферный воздух крупных городов поступают сотни наименований разнообразных загрязняющих веществ. Вклад выбросов автотранспорта в уровень загрязнения атмосферного воздуха может быть значителен и в условиях действия стационарных источников загрязнения, а иногда являться и доминирующим загрязняющим фактором. В настоящее время, существуют значительные расхождения относительно подходов к моделированию рассеивания примесей в атмосфере. Опасность поступления загрязняющих веществ от автотранспорта заключается также в выбросе вблизи подстилающей поверхности, на уровне дыхания человека. Максимальные концентрации компонентов выбросов передвижных источников загрязнения отмечаются в зонах, непосредственно примыкающих к проезжей части магистрали и быстро убывают с увеличением расстояния от нее. При общем числе зарегистрированных автотранспортных единиц в городе более 300 тысяч, транспортная нагрузка основных магистралей города достигает 3500–6000 физических единиц в час. Однако, систематические наблюдения за качеством атмосферного воздуха в районе действия автомагистралей с выделением вклада транспортной составляющей на территории г. Казани не проводятся. В этой связи наиболее целесообразно использование расчетных методов определения концентраций примесей, поступающих с выбросами передвижных источников загрязнения с пространственно-временной дифференциацией - методы расчетного экологического мониторинга. На основе данных расчетного мониторинга реализуема комплексная оценка степени загрязнения атмосферного воздуха города примесями, выбрасываемыми с выхлопными газами автомобилей, отдельно от загрязняющих веществ, поступающих от стационарных источников загрязнения. Кроме того, возможно прогнозирование эффективности различных природоохранных мероприятий,

связанных со строительством новых дорог, регулированием транспортных потоков и т.д. [1-6].

Для определения характеристик автотранспортных потоков по методике [7] в Советском районе г. Казани на выбранных участках улично-дорожной сети проводился учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам: легковые; автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн ; грузовые от 3.5 до 12 т, грузовые свыше 12 т-; автобусы свыше 3.5 т.

В ходе проведения натурных обследований дополнительно определялся ряд параметров, необходимых для расчета выбросов и проведения расчетов загрязнения атмосферы. На каждой автодороге (или ее участке) фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части в каждом направлении, в метрах (можно пользоваться онлайн сервисами для просмотра спутниковых фотографий, например, «яндекс-карты» <http://maps.yandex.ru/>, инструмент «линейка»);

- количество полос движения в каждом направлении;

- протяженность исследуемого участка автодороги, в метрах (можно пользоваться «яндекс-картами» или электронной картой 2gis);

- средняя скорость автотранспортного потока, в км/час (определяется замером времени проезда автомобилями от одной точки до другой. Из полученных значений определялось среднее время проезда автомобилей. Далее, расстояние между выбранными точками делилось на среднее время проезда и определялась средняя скорость движения. Полученные таким образом данные о составе и интенсивности транспортных потоков использовались для расчета средневзвешенных за 20-ти минутный интервал значений максимальных разовых выбросов (г/с) и валовых выбросов (т/год) на каждом дорожном участке. Расчет проводился для следующих загрязняющих веществ: азота диоксида, формальдегид, сажа, серы диоксид, углерода оксид, метан, бенз[а]пирен, акролеин. Полученные значения выбросов приведены в таблице 1.

По данным проведенных расчетов в Советском районе – улицы Пр.Победы, Фучика, Гвардейская, А.Кутуя, Ершова, Сибирский тракт, Космонавтов, Мамадышский тракт, Академика Арбузова, Мира, Азина характеризуются наибольшим поступлением компонентов выбросов в приземный слой атмосферного воздуха.

Проведенные расчеты позволят скорректировать план мероприятий по регулированию движения на выделенных автомагистралях для предотвращения локального повышения уровня загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха в зонах действия автомагистралей. Основные мероприятия по упорядочению автотранспортных потоков связаны с организацией движения автомобилей на локальном уровне:

Таблица 1

Суммарный выброс загрязняющих веществ от автотранспорта по исследуемым автомагистралям на территории Советского района г. Казани

№	Наименование вещества	Суммарный выброс, г/с
1	Азот (IV) оксид	48,572
2	Аммиак	4,128
3	Азот (II) оксид	4,018
4	Сажа	2,692
5	Сера диоксид	5,710
6	Углерод оксид	420,188
7	Метан	5,881
9	Бензол	2,371
13	Бенз/а/пирен	0,0001
16	Формальдегид	1,510
17	Бензин	27,061

- оптимизация схем организации движения (пересечение);
- воздействие на скоростной режим, рациональное ограничение использования около тротуарных стоянок, оптимизация размещения и оборудования остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта (перегон);
- оптимизация жесткого локального регулирования, выбор алгоритма адаптивного регулирования и оптимизация управляющих параметров, оптимизация смены программ регулирования (пресечение);
- оптимизация участков координированного регулирования, оптимизация программ координации (с учетом состава движения);
- внедрение схем реверсивного движения;
- оптимизация загрузки элементов улично-дорожной сети (выбор разрешенных направлений движения на пересечениях);
- введение ограничений на движение транспортных средств по отдельным полосам, выделение улиц для грузового движения;
- внедрение схем одностороннего движения;
- оптимизация размещения временных автомобильных стоянок и обеспечение информации о них;
- маршрутное ориентирование водителей, в том числе оптимизация пропуска транзитного движения.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р., Новикова С.В. Инвентаризация выбросов от автомобильного транспорта в зонах концентрации полимерных производств/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 139-142.

2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 11. – С. 51-54.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.
4. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г. Разработка моделей прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха / материалы IV всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) системы обеспечения техносферной безопасности Таганрог, Россия, 11 – 15 сентября 2017 г. Издательство Южного федерального университета, 2017, с. 243-245.
5. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха сб. трудов Шестого международного экологического конгресса (Восьмой международной научно-технической конференции), "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT 2017, 20-24 сентября 2017 г. С. 180-183.
6. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. М.: Автополис-плюс, 2008. – 80 с.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеоздат, 1987, 93 с.

ОГРАНИЧЕНИЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, КАК ИНСТРУМЕНТ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В НИЖНЕКАМСКЕ

Магдеева Алина Рашитовна¹, младший научный сотрудник,
Шагидуллин Артур Рифгатович², кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
Гилязова Алия Фаратовна¹, младший научный сотрудник.
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. Проведены исследования состава и интенсивности движения транспорта по автомагистралям г. Нижнекамск. Рассчитаны количественные показатели выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта. Предложены мероприятия по снижению выбросов автотранспорта и оценен их экологический эффект.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение атмосферы, выбросы, автотранспорт, интенсивность движения.

Интенсивное развитие автомобильного парка сопровождается ростом воздействия автотранспорта на окружающую среду, увеличивая актуальность проблемы экологической безопасности и снижения воздействия транспортных средств на атмосферу. Экологические проблемы автомобильного транспорта в развивающихся городах неизбежны. Снижения степени негативного воздействия выбросов автотранспорта на состояние атмосферного воздуха можно достигнуть путем разработки и введения мероприятий по ограничению передвижения транспортных средств на территории города [1-7].

г. Нижнекамск – крупный центр нефтехимической, нефтеперерабатывающей и энергогенерирующей промышленности Республики Татарстан. Атмосферный воздух города подвергается негативному воздействию, обусловленному функционированием Нижнекамского промышленного узла, а также автотранспорта, рассредоточенного на улицах города. Особенно остро влияние выбросов автотранспорта ощущает население, проживающее вблизи автомобильных магистралей. Учитывая общую напряженную обстановку, исследования связанные с изучением и оценкой выбросов автотранспорта являются важной составляющей комплекса работ по обеспечению экологической безопасности.

Целью данной работы является разработка и оценка экологической эффективности мероприятий по введению ограничений на передвижение автотранспортных средств на территории г. Нижнекамск.

Исходными данными для расчета количества выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с выхлопными газами автотранспорта, являются результаты исследования состава и интенсивности движения автотранспорта на 44 основных улицах города, разделенных на 102 участка в периоды максимальной транспортной нагрузки. Суммарная протяженность

исследованных автодорог составляет 135,7 км. При проведении исследования транспортных потоков, а также для количественной оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух применялся актуализированный вариант методики по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух, разработанной ОАО «НИИАТ» и в виде проекта национального стандарта [2]. Согласно полученным данным, в структуре транспортного потока г. Нижнекамск преобладают легковые автомобили – 91 % от общего числа автотранспортных средств (АТС). Доля пассажирского крупногабаритного автотранспорта (автобусы массой более 3.5 т) составляет 4 % от общего числа АТС на территории города. Доля грузового автотранспорта в целом по городу не превышает 2 %, доля автофургонов и микроавтобусов до 3,5 т по городу составляет 3 % от общего числа АТС. По результатам исследований, общая масса выбрасываемых автотранспортом загрязняющих веществ для г.Нижнекамск составляет 3023,50 тонн/год. Наибольшую долю по массе в общей сумме веществ имеет оксид углерода - 74,67%, на оксиды азота (диоксид азота и оксид азота) приходится 13,95 %, доля углеводородов (метан, 1,3-Бутадиен, бензол, ксилол, стирол, толуол, бенз(а)пирен, бензин, керосин) составляет 10,18% от общей суммы выбросов по всем веществам, на долю выбросов оксида серы и аммиака приходится менее 1% суммарно (0,97%), доля сажи составляет 0,51 %, на долю альдегидов (акролеин, ацетальдегид, формальдегид) приходится также менее 1% - 0,42% суммарно. Перечень выбрасываемых в атмосферу веществ с их количеством представлен в таблице.

Таблица

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта

№ п/п	Код в-ва	Наименование вещества	Кол-во ист.	Суммарный выброс, г/с	Валовый выброс, т/г
1	301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	373	27,62	362,86
1	303	Аммиак	373	1,94	25,51
2	304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	373	4,49	58,97
3	328	Углерод (Сажа)	373	1,17	15,32
4	330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	373	0,3	3,92
5	337	Углерод оксид	373	171,81	2257,52
6	410	Метан	373	2	26,23
7	503	Бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен, Дивинил)	373	0,31	4,06
8	602	Бензол	373	0,9	11,88
9	616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	373	1,48	19,5

10	620	Этенилбензол (Винилбензол, Стирол)	373	0,1	1,36
11	621	Метилбензол (Толуол)	373	1,68	22,06
12	703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	373	4,08E-05	5,36E-04
13	130 1	Проп-2-ен-1-аль (Акролеин)	373	0,1	1,35
14	131 7	Ацетальдегид	373	0,29	3,8
15	132 5	Формальдегид	373	0,57	7,46
16	270 4	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	373	12,45	163,55
17	273 2	Керосин	373	2,9	38,15
Сумма:			373	230,1	3023,5

Для снижения транспортной нагрузки на территории города, опираясь на европейский опыт и опыт крупных городов России [3], в качестве наиболее оптимальной меры по снижению негативного воздействия выбросов автотранспорта может быть предложено введение ограничений на передвижение грузовых автомобилей. Экологический эффект такого ограничения не смотря на малую долю грузового транспорта в структуре транспортных потоков может быть достигнут за счет высоких удельных значений выбросов грузовых автомобилей. Для оценки эффективности предлагаемых ограничений был оценен вклад отдельных экологических классов автотранспорта в общее загрязнение атмосферного воздуха города. Согласно проведенным расчетам для г.Нижнекамска на долю выбросов автотранспорта с экологическими классами ниже III приходится 82 % от общей массы выбросов автомобилей (рис.1).

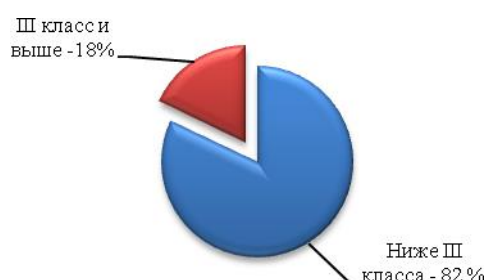


Рис.1. Соотношение суммарных выбросов автотранспорта различных экологических классов

Согласно проведенным расчетам наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха выбросами оксидов азота вносит крупногабаритный пассажирский автотранспорт низких экологических классов – 33,36%, а также грузовой транспорт низких экологических классов – 29,11% от общей массы

выбросов оксидов азота. Наименьший вклад вносят микроавтобусы и автофургоны массой менее 3,5 тонн - 3,83%, на долю выбросов автотранспорта высоких экологических классов приходится - 20,26% (рис.2).

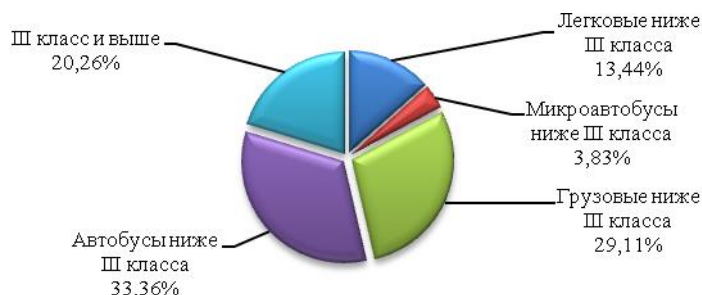


Рис.2. Соотношение выбросов оксидов азота от автотранспорта различных экологических классов

В общую массу выбросов оксида углерода существенный вклад привносится легковыми автомобилями низких экологических классов – 32,85%, а также автобусами массой более 3,5 тонн – 29,75%. Доля выбросов автотранспорта высоких экологических классов составляет 18,13% от общей массы выбросов оксида углерода (рис.3).



Рис.3. Соотношение выбросов оксида углерода от автотранспорта различных экологических классов

Таким образом, эффективной мерой, направленной на снижение негативного воздействия выбросов автомобильного транспорта, является ограничение передвижения отдельных категорий транспорта с низкими экологическими классами. В ходе проведенных исследований было получено, что 82% от общей массы выбросов автотранспорта приходится на низкие экологические классы. Так, например, введение ограничений на передвижение грузового автотранспорта с экологическими классами ниже 3 по автодорогам г. Нижнекамска может способствовать снижению в эти периоды выбросов оксидов азота на 29,11%, оксида углерода на 14,45%.

Литература:

1. Боровлев А.Э. и др. // Фундаментальные исследования. - 2013.- №6-4. - С.922-929.
2. Проект национального стандарта Российской Федерации «Инвентаризация выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Метод расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ от автотранспортных

- средств на территории крупнейших городов», ОАО «НИИАТ» – Москва - 2014. – 198 с.
3. Постановление Правительства Москвы от 22.08.2011 N 379-ПП (ред. от 28.06.2016) «Об ограничении движения грузового автотранспорта в городе Москве и признании утратившими силу отдельных правовых актов Правительства Москвы».
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р., Новикова С.В. Инвентаризация выбросов от автомобильного транспорта в зонах концентрации полимерных производств/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 139-142.
5. Тунакова Ю.А. Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 11. – С. 51-54.
6. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НИЖНЕКАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ЗООБЕНТОСУ В 2017 Г.

Мельникова Анна Валерьевна, кандидат биологических наук,
ст. научный сотрудник

Татарское отделение – филиал ФГБНУ

«Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного
рыбного хозяйства им. Л.С. Берга»

Аннотация: По результатам проведения исследований на Нижнекамском водохранилище в 2017 году качество воды по показателям зообентоса соответствовало «загрязненным».

Ключевые слова: зообентос, Нижнекамское водохранилище, качество воды, сапробность.

Нижнекамское водохранилище является третьим и самым нижним среди камских водохранилищ. Начиная с 1979 г. происходило его наполнение при проектной отметки 68 м БС. Первоначально водохранилище было заполнено до промежуточной отметки в 62 м БС, а затем, начиная с 2006 г. уровень воды в водоеме уже соответствовал 63.7 м. Общая площадь водохранилища составила 147 тыс. га [1]. Нижнекамское водохранилище делится на три плеса. Первый плес - верхний, простирается от подпора до устья р. Белой. Второй - центральный, располагается между устьем р. Белой и р. Ик. И приплотинный - от устья р. Ик до плотины Нижнекамской ГЭС.

Согласно литературным данным водохранилище по трофности характеризуется как эвтрофный, а по содержанию хлорофилла относится к мезоэвтрофному типу [2]. По значениям УКИЗВ качество воды в водохранилище характеризуется как «очень загрязненное» [1]. Наиболее сильное влияние оказывает на экологическое состояние водоема, в частности на качество воды, «Нижнекамскнефтехим», «Челныводоканал» и «Вода Прикамья». Более слабое воздействие наблюдается от таких предприятий как Красноборского МПП ЖКХ, «Коммунальных сетей Мензелинского района» и санатория «Ижминводы» [3].

Материалом для публикации послужили пробы зообентоса, взятые в 2017 г. на Нижнекамском водохранилище. Отбор проб производили при помощи дночерпателя Петерсена, площадь захвата которого составляет 0.025 м², по общепринятым и стандартным гидробиологическим методам. Сбор материала осуществляли на шести разрезах: 1) в районе н.п. Менделеевск, 2) у устья р. Иж, 3) у н.п. Красный Бор, 4) в устье р. Белой, 5) у н.п. Каракулино и 6) у н.п. Камбарка. В результате было отобрано и обработано 46 количественных проб донных беспозвоночных, камеральную обработку которых выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методами в гидробиологии [4]. Оценку качества воды производили по индексу сапробности

Пантле и Букка в модификации Сладечека (S), биотическому индексу Вудивисса ($БИ$) и хирономидному индексу Балушкиной (K).

По полученным данным фауна донных беспозвоночных на Нижнекамском водохранилище в 2017 г. была представлена 66 таксонами: Nematoda (1), Polychaeta (1), Oligochaeta (8), Hirudinea (5), Mollusca (Gastropoda – 8 и Bivalvia – 4), Crustacea (Cumacea -2 и Amphipoda - 7) и Insecta (30). В свою очередь группа насекомых включала следующие отряды: Поденки (1), Стрекозы (1), Вислокрылки (1), Ручейники (2) и Двукрылые насекомые (25). Анализ частоты встречаемости выявленных таксонов показал, что постоянно присутствующим видом, или константным, в водоеме являлся бокоплав *Chelicorophium sowinskyi* (Martynov, 1924).

Суммарные количественные показатели донных беспозвоночных в исследуемый период на водохранилище соответствовали значениям по численности 7534 ± 1858 экз./м², по биомассе – 435.7 ± 181.4 г/м². Основной вклад в показатели плотности вносили ракообразные (около 60 %), а биомассы – моллюски (58 %).

Из всех обнаруженных видов только половина таксонов донных беспозвоночных имели индивидуальное значение сапробности (si), из которых большинство относились к мезосапробным организмам. Так на долю β -мезосапробов приходилось 36.7 % видов, имеющих значение сапробности. Таким образом, рассчитанный индекс сапробности (S) по водохранилищу в период проведения исследования колебался в диапазоне от 1.90 (β -мезосапробная зона) до 3.80 (полисапробная зона). По среднему показателю индекса S (табл.) водохранилище в целом соответствовало α -мезосапробной зоне, и можно было отнести к «загрязненным» (IV класс вод). Однако по показателям медианы данного индекса, водоем можно было отнести к умеренно (слабо) загрязненным водам, что соответствует III классу качества.

Таблица 1

Средние значения с ошибкой ($M \pm m$) и медиана индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека (S), биотического индекса Вудивисса ($БИ$) и хирономидного индекса Балушкиной (K) в Нижнекамском водохранилище по данным 2017 г.

Индексы	$M \pm m$	Медиана
S	2.64 ± 0.08	2.45
$БИ$	4.5 ± 0.2	5.0
K	7.61 ± 0.46	6.71

Согласно средним значениям биотического индекса Вудивисса степень загрязненности в водоеме соответствовала промежуточному состоянию «умеренно загрязненные» и «загрязненные», что характеризовало переходное состояние между III и IV классом качества воды (табл.). Однако по медиане воды в водохранилище можно было отнести к «умеренно загрязненным». Зона сапробности по полученным данным получилась α -мезосапробной. В период

проведения исследований минимальные значения индекса равнялись 2 (грязные), а максимальные - 7 (чистые).

По данным расчета хирономидного индекса Балушкиной, значения которого колебались от 0.67 и до 11.50, водоем характеризовался как «загрязненный».

Таким образом, согласно проведенным исследованиям по оценке экологического состояния Нижнекамском водохранилище по зообентосу, было получено, что по большинству рассматриваемых в работе индексов качество воды соответствовало «загрязненным» и α -мезосапробной зоне загрязнения.

Литература:

1. Шакирова Ф.М., Говоркова Л.К., Анохина О.К. Современное состояние Нижнекамского водохранилища и возможности рационального освоения его рыбных ресурсов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3(1). – С. 518-527.
2. Уманская М.В., Краснова Е.С., Горбунов М.Ю. Химический состав воды и трофический статус прибрежных участков водохранилищ камского каскада в 2009 г. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2011. – Т. 20, № 3. – С. 39-49.
3. Шагидуллин Р.Р., Горшкова А.Т., Урбанова О.Н. Интегральная оценка водных ресурсов Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ в пределах Республики Татарстан // Георесурсы. – 2011. – № 2(38). – С. 34-40.
4. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 40 с.

ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ БАСЕЙНА РЕКИ КАЗАНКИ

Мустафина Люция Камилевна, научный сотрудник
Шурмина Надежда Васильевна, научный сотрудник
Богданова Ольга Анатольевна, научный сотрудник
Абдуллина Флюра Макбуловна, научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Рассмотрена сезонная динамика органических веществ по длине реки Казанки. Установлено, что концентрации органических веществ неоднородны и испытывают значительные колебания под влиянием поступления веществ со сточными водами и притоками.

Ключевые слова: легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества, перманганатная окисляемость, река Казанка.

В условиях современного возрастающего антропогенного воздействия на экосистему бассейна реки Казанка возникает практическая необходимость периодической оценки качества воды и экологического состояния реки в целом. Органические вещества представляют собой значительную часть антропогенных загрязнений водотоков. Их источниками могут быть промышленные сточные воды, смыв с берегов, загрязненные грунтовые воды. Исследование органических загрязнений позволяет определить наличие и содержание загрязняющих веществ, а также установить возможные источники загрязнения природных вод.

Существует ряд широко известных параметров содержания органических веществ в водоеме. Это, прежде всего, химическое потребление кислорода (ХПК, окисляемость воды). В зависимости от применяемого окислителя различают перманганатную (ПО) и бихроматную (ХПК) окисляемость. Величины ПО и ХПК выражают качественно различные фракции органических веществ воды. С помощью ПО может быть охарактеризовано количество окрашенных гумусовых веществ (гуминовых кислот и фульвокислот), поступающих в водоем в результате размывания почвы водосбора (в особенности, имеющего большую лесистость или заболоченность) [1]. Бихромат калия окисляет большое количество различных органических соединений, в том числе трудно разрушаемых. Поэтому показатель ПО/ХПК может быть успешно использован для качественной характеристики происхождения водных органических веществ [2]. Показатель БПК₅ служит мерой количества растворенного в воде кислорода, затрачиваемого при разрушении микроорганизмами легко окисляемых органических соединений.

Целью настоящей работы является исследование сезонной изменчивости содержания органических веществ в р. Казанка (Республика Татарстан), в связи с опасностью органического загрязнения, которое может привести к ограничению разнообразия сообществ водных организмов за счет уменьшения

концентраций растворенного кислорода.

Материалом для настоящей работы послужили данные гидрохимических исследований р. Казанка, проведенных в 2017 г., характеризующие содержание органических веществ на участках верхнего, среднего и нижнего течения. Контрольные створы наблюдения в верхнем течении учитывают влияние диффузного загрязнения с сельскохозяйственного водосбора, а также воздействие выпуска очистных сооружений г. Арска. Створы наблюдения в нижнем течении реки отражают влияние источников поступления сточных вод в черте г. Казани.

По общему содержанию органических веществ, характеризующему бихроматной окисляемостью, превышений по ПДК в исследуемых створах реки не обнаружено. Содержание органических веществ по ХПК минимально в зимнее время и изменяется от 4.5 мг/л в верхнем течении реки и до 10 мг/л в нижнем, что объясняется питанием реки подземными водами. К весне значение ХПК увеличивается и колеблется в очень узких пределах от 11 до 13 мг/л. В нижнем течении величина ХПК в летний период достигает 20 мг/л. В эти периоды года из почв в реки, а также с атмосферными осадками поступает большая масса органических веществ. Следует также отметить увеличение показателя бихроматной окисляемости к нижнему течению реки. Отношение ПО/ХПК в воде колебалось от 0.3 в нижнем течении реки до 1.4 в среднем течении в летнюю межень (рис.1). Высокие значения ПО/ХПК свидетельствуют о преобладании в воде ароматических гуминовых и фульвокислот. В то время как низкие значения ПО/ХПК указывают на значительную трансформацию в воде органических веществ природного характера, обусловленную воздействием антропогенной нагрузки [2].

Величина БПК₅ служит одним из основных измерителей количества загрязняющих веществ, поступающих в водоемы с хозяйственно-бытовыми и разного вида промышленными сточными водами, а также важным показателем состояния водных объектов. Практически во всех створах значения БПК₅ были ниже ПДК и составили 2 мгО₂/л, что соответствует категории умеренно загрязненных вод. Повышенные значения БПК₅ отмечались в нижнем течении реки Казанка весной (1 ПДК) и в летнюю межень (2 ПДК), что возможно связано с расходом кислорода на биохимическое окисление нестойких органических веществ, выделяемых фитопланктоном. К осени концентрация БПК₅ в нижнем течении снова упала до 1.6 мгО₂/л.

Для понимания полученных данных необходимо учитывать не только абсолютные величины, но и величины соотношений между БПК₅ и другими показателями содержания органических веществ. Одним из них является отношение БПК₅ к перманганатной окисляемости (БПК₅/ПО), называемое биохимическим показателем загрязнения. Для хозяйственно-бытовых сточных вод величина ПО в несколько раз ниже, чем потребление кислорода бактериями. В природных водах, особенно богатых гуминовыми веществами, соотношение обратное. Это объясняется тем, что гуминовые соединения легко окисляются перманганатом, но плохо поддаются биохимическому окислению.

Отношение БПК₅/ПО < 2 характерно для чистых вод, содержащих относительно стойкое органическое вещество гумусовой природы. На загрязненных участках воды обычно соотношение БПК₅/ПО > 2 (и может достигать 4).

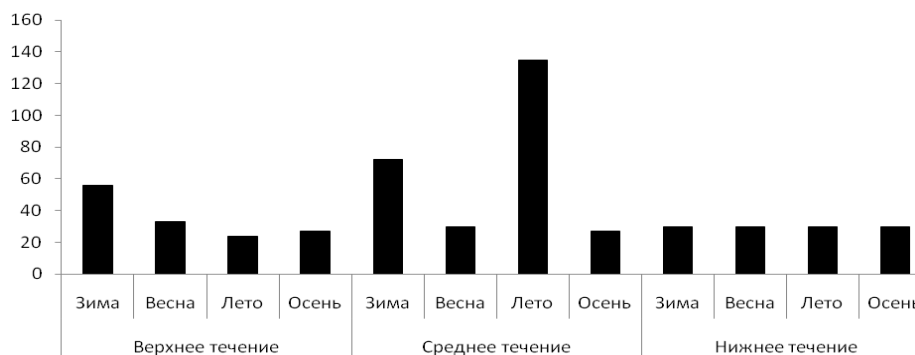


Рис. 1. Сезонная динамика соотношения ПО/ХПК в водах верхнего, среднего и нижнего течения р. Казанка

Во всех створах верхнего, среднего и нижнего течения реки Казанки зафиксированы высокие результаты ПО в период весеннего паводка – от 3 до 4 мгО/л и в летнюю межень – от 3 до 5 мгО/л, по сравнению с небольшими значениями БПК₅, что объясняется поступлением окрашенных гумусовых веществ. Полученные результаты показали низкие значения БПК₅/ПО в природных водах бассейна реки Казанка и изменялись от 0.4 до 1.2 (рис. 2).

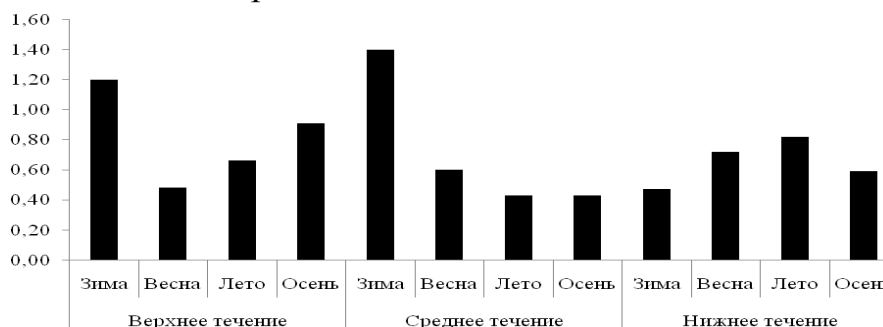


Рис. 2. Сезонная динамика соотношения БПК₅/ПО в водах верхнего, среднего и нижнего течения р. Казанка

Таким образом, динамика содержания органических веществ в природных водах бассейна реки Казанка в основном определяется гидрологическими условиями, жизнедеятельностью водных организмов, поступлением загрязняющих веществ со сточными водами в местах расположения населенных пунктов и в черте города Казани.

Литература:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. Скопинцев Б. А., Гончарова И. А. Использование значений отношений различных показателей органического вещества природных вод для его качественной оценки // Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. Л., 1987. С. 95–117.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДА ЭНЕРГЕТИКИ В ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Николаева Лариса Андреевна¹, доктор технических наук, профессор;
Зайнуллина Элеонора Райнуровна, инженер

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

Аннотация: В процессе выработки тепловой и электрической энергии на ТЭС образуется многотоннажный шлам химводоочистки. Поэтому утилизация и вторичное использование шлама в химических технологиях имеет большое практическое значение, что позволяет решать ряд экономических и экологических проблем.

Ключевые слова: отход энергетики, шлам химводоочистки, технологии утилизации, поверхностные воды, сточные воды, минеральный наполнитель, технические резины, пентафталевые эмали, очистка газовых выбросов.

В современном мире энергетика является основой для развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного развития. По мере развития экономики прирост масштабов энергопотребления происходит все быстрее. Каждое из направлений развития энергетики своеобразно отражается на экологической обстановке региона.

На ТЭС при производстве электрической и тепловой энергии в результате подготовки больших объемов воды для восполнения потерь, связанных с отпуском технологического пара на производство, образуются значительные объемы отходов водоподготовки – шлама химводоочистки (ХВО). Ежегодно в зависимости от объемов производства электрической и тепловой энергии образуется от 6,5 до 7 тысяч тонн шлама. Шлам из осветлителей с влажностью 90 % удаляется в результате непрерывной продувки в виде пульпы, которая направляется нашламоотвалы для осаждения осадка и обезвоживания шлама.

По данным, приведенным в Государственном докладе о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан, в 2010 году на энергетических предприятиях Республики Татарстан образовалось 76,1 тысяч тонн отходов, что составляет 3,44 % от общего объема образовавшихся отходов в республике, хотя в энергетике Татарстана объем образования отходов увеличился по сравнению с 2009 годом на 18,52 %.

Проблема утилизации и переработки отходов стоит сегодня особенно остро. По официальным данным не более 2% извлекаемых из недр сырья превращается в конечный продукт, оставшиеся 98% - это отход. Поэтому необходимо как можно быстрее научиться перерабатывать их, использовать.

На тепловых электрических станциях в процессе известкования и коагуляции на стадии предварительной очистки воды в химическом цеху образуется карбонатный шлам. Экспериментальные исследования проводились с использованием шлама Казанской ТЭЦ-1 влажностью 20%. Высушенный шлам представляет собой сыпучий мелкодисперсный порошок от светло-

желтого до бурого цвета. В процессе исследований использовали фракцию с размером зерен от 0,09 до 0,5 мм. Химический состав шлама представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав карбонатного шлама КТЭЦ - 1

Минеральная часть			
Концентрация веществ, % масс.			
Катионы		Анионы	
Ca ²⁺	76,56± 11,3	CO ₃ ²⁻	71,7±10,6
Fe ³⁺	0,38± 0,15		
Mg ²⁺	9,7± 2,2	SO ₄ ²⁻	5,7±0,85
Cu ²⁺	0,04± 0,014		
Ni ²⁺	0,008± 0,003	OH ⁻	10,03±3,61
Zn ²⁺	0,033±0,013		
Mn ²⁺	1,05± 0,407	SiO ₃ ²⁻	0,52±0,11
Cr ³⁺	0,001± 0,0003		
Pb ²⁺	0,002± 0,0003	PO ₄ ³⁻	Отсутствует
Cd ²⁺	0,22± 0,08		
Hg ²⁺	следы		
Органическая часть 12 % масс.			

Шлам содержит органические вещества – до 12 % от общей массы образца, которые выявлены методом газовой хроматомасс-спектрометрии. Хроматограмма, представленная на слайде 4, показала наличие типовых функциональных групп гуминовых веществ -ОН, -NH, -CH₃, -CH₂, ароматических С=С – связей, С-О – карбоксильных групп и ОН – спиртовых групп. Материалы, поверхность которых характеризуется наличием сильнополярных групп, имеют повышенную гидрофильность. Определены характеристики карбонатного шлама как сорбционного материала.

Шлам имеет насыпную плотность 560 кг/м³, зольность – 89%. Шлам имеет однородный гранулометрический состав. рН водной вытяжки из шлама – 8,53.

Одной из возможных направлений утилизации отхода энергетики – его применение в качестве адсорбционного материала при очистке сточных вод промышленных предприятий, в частности от нефтепродуктов (НП) [1]. При оценке эффективности шлама как адсорбента НП определена его адсорбционная емкость по отношению к растворенным НП бензина (марки АИ-92) и нефти Шийского месторождения (далее – нефть) таблица 2.

Зависимость адсорбционной емкости шлама от исходной концентрации нефтепродуктов (навеска 0,1 г)

Исходная концентрация модельного раствора, мг/дм ³		Емкость адсорбента, мг/г	
Растворенные нефтепродукты	Бензин	6,8	4,2
	АИ-92	3,4	1,5
	Нефть	10,8	5,1
		5,4	3,1

Влагоемкость шлама составила 57%, что подтверждает высокую гидрофильность и плохую смачиваемость неполярными соединениями.

Значит, для увеличения сорбционной емкости, увеличения смачиваемости нефтепродуктами шлама необходимо провести гидрофобизацию.

По экспериментальным результатам из полученных сорбционных материалов выбран гранулированный СМ-5, как наиболее эффективный. На примере технологической схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов с использованием СМ-5 в качестве фильтрующей загрузки в адсорбционные фильтры предлагается схема ПАО «Нижекамскнефтехим». После использования в качестве фильтрующей загрузки предлагается не регенерировать, а использовать его в качестве добавки при укладке дорожных грунтов. Проведены исследования физико–механических свойств укрепленных цементом местных грунтов с добавкой отработанного сорбционного материала. Введение добавки (15 % масс.) способствует увеличению в 1,4 раза остаточной прочности после 15 циклов попеременного замораживания–оттаивания, росту морозостойкости и предела прочности на растяжение при изгибе.

Для очистки по технологии изготовления «СМ–1» разработан мелкодисперсный гидрофобный сорбент с использованием в качестве гидрофобизатора жидкость «Силор». Нефтеемкость – 0,95 г/г. Предложено технологическое оборудование для его использования. Материал имеет наименование «СМ-6».

Шлам химводоочистки может использоваться в качестве минерального наполнителя в резины и резинотехнические изделия [2].

Проведенные экспериментальные результаты испытания резин на Казанском заводе РТИ в центральной заводской лаборатории показали следующие результаты:

- Опытные резиновые смеси по прочностным характеристикам значительно уступают контрольным образцам.
- По стойкости и тепловому старению опытные резины аналогичны контрольным.
- Шлам не влияет на значение температурного предела хрупкости, но наблюдается уменьшение значения коэффициента морозостойкости по сравнению с серийными резинами.

При введении шлама в алкидную пентафталевую эмаль цвет покрытия, условная вязкость, степень перетира, блеск пленки соответствует нормам контрольного образца алкидной пентафталевой эмали с моногидратом оксида железа α -формы. Внешний вид покрытия эмали имеет небольшие включения. Таким образом, экспериментальные исследования показали, что шлам в качестве пигмента вводится в алкидную пентафталевую эмаль ПФ – 266 до 50 % массы эмали. Также введение шлама позволяет не только получить эмаль соответствующих свойств, но и снизить стоимость эмали. Снижение стоимости эмали достигается за счет замены стандартного пигмента моногидрата оксида железа α -формы более дешевым шламом [2].

Шлам химводоочистки может использоваться в качестве сорбционного материала при очистке газовых выбросов от оксидов азота и серы, сероводорода [3].

Для проведенных исследований был собран лабораторный адсорбер реакционная колонка подвод и отвод газовой смеси осуществлялись с помощью штуцеров которые объединялись с диффузионными колпачками с помощью резьбового соединения. Это обеспечивало равномерное распределение газов по слою сорбента, размещенного на сетке. Газовая среда имела определенный состав. По адсорбции оксидов азота концентрация в течение опыта изменялась от 0 – 1750 мг/м³. а SO₂ от 0 – 5550 мг/м³. Рассчитан промышленный адсорбер периодического действия с неподвижным слоем шлама и его регенерацией для очистки газовых выбросов. Эффективность очистки составила 95% .

Литература:

1. Николаева Л.А., Голубчиков М.А. Очистка производственных сточных вод от нефтепродуктов модифицированными сорбционными материалами на основе карбонатного шлама// Водоснабжение и санитарная техника. – 2016. – №7. – С. 251-58.
2. Николаева Л.А., Каляпина С.А. Использование шлама химводоочистки ТЭС в производстве полимерных композитов // Экология и промышленность России. – 2011. – №11. – С. 5-7.
3. Николаева Л.А., Хуснутдинов А.Н. Очистка газовых выбросов предприятий химической промышленности карбонатным шламом // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 8. – С. 14-18.

СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕЙРО-ЭКСПЕРТНАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ SOM-КАРТ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Новикова Светлана Владимировна¹, доктор технических наук, профессор
Тунакова Юлия Алексеевна¹, доктор химических наук, профессор,
Шагидуллин Артур Рифгатович², кандидат физико-математических наук
Валиев Всеволод Сергеевич², старший научный сотрудник
Габдрахманова Гульнара Наилевна¹, аспирант

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,

²ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. В работе предложена новая синергетическая нейро-экспертная модель для интегральной оценки состояния объектов окружающей среды. В отличие от существующих методов интегральной оценки, модель позволяет давать как количественные, так и качественные интегральные оценки. В процессе построения модели принимают участие эксперты предметной области. В процессе эксплуатации оценка объекта производится автоматически. Математической основой модели являются нейросетевые самообучающиеся SOM-карты.

Ключевые слова: интегральная оценка, кластерный анализ, SOM-карты, экспертная оценка.

Для принятия управленческих природоохранных решений ответственные лица должны обладать достоверной, актуальной и полной информацией как о состоянии отдельных объектов окружающей среды, так и о состоянии среды в целом. Количественная оценка состояния экологических объектов заключается, как правило, в мониторинге отдельных показателей (параметров) объекта и дальнейшей интерпретации множества отдельных значений в виде некоего интегрального (общего) показателя. Для интегральной оценки в настоящее время разработаны методические рекомендации (например, [1]), которые, однако, не обеспечивают достаточной адекватности такого оценивания, что отмечается многими ведущими специалистами предметной области [2-6]. Это обусловлено рядом объективных причин, в частности отсутствием строго физического и математического обоснования используемых формальных зависимостей, наличием множества эмпирических поправочных коэффициентов, нарушающих обобщающие способности моделей, а также наличием множества неучтенных в предлагаемых моделях факторов, вносящих значительную нелинейность в модель.

Решением данной проблемы может стать комплексное оценивание состояния экологических объектов на основе синергетической интеллектуальной модели кластеризации, включающей в себя математическую структуру – нейронную самоорганизующуюся SOM-карту, и результаты

экспертного анализа специалистов предметной области. Эксперты привлекаются однократно, лишь на этапе создания модели. В режиме эксплуатации модель производит интегральную оценку объектов окружающей среды в автоматическом режиме.

Построение модели осуществляется в четыре этапа:

1 этап. Объекты, требующие интегральной оценки по набору разнородных показателей, формализуются в виде многомерных векторов параметров (кортежей данных).

2 этап. Сформированные кортежи подаются на вход нейронной SOM-карты и обрабатываются соответствующим кластеризующим нейросетевым алгоритмом. При этом происходит самообучение нейросетевой модели.

3 этап. Нейронная самоорганизующаяся SOM-сеть в результате обучения производит группировку объектов с похожими наборами свойств (сочетаниями показателей), и на выходе формирует однородные группы (кластеры).

4 этап. Сформированные группы (кластеры) передаются специалистам-экспертам, которые осуществляют оценивание объектов каждой группы и дают качественную интерпретацию её интегрального показателя.

В результате будет построена синергетическая нейро-экспертная модель, своеобразный математический фильтр, который каждый новый входной вектор (формализованное описание объекта окружающей среды) будет относить к одному из ранее выделенных кластеров, который, в свою очередь, уже будет ассоциирован с качественной интегральной оценкой состояния объекта.

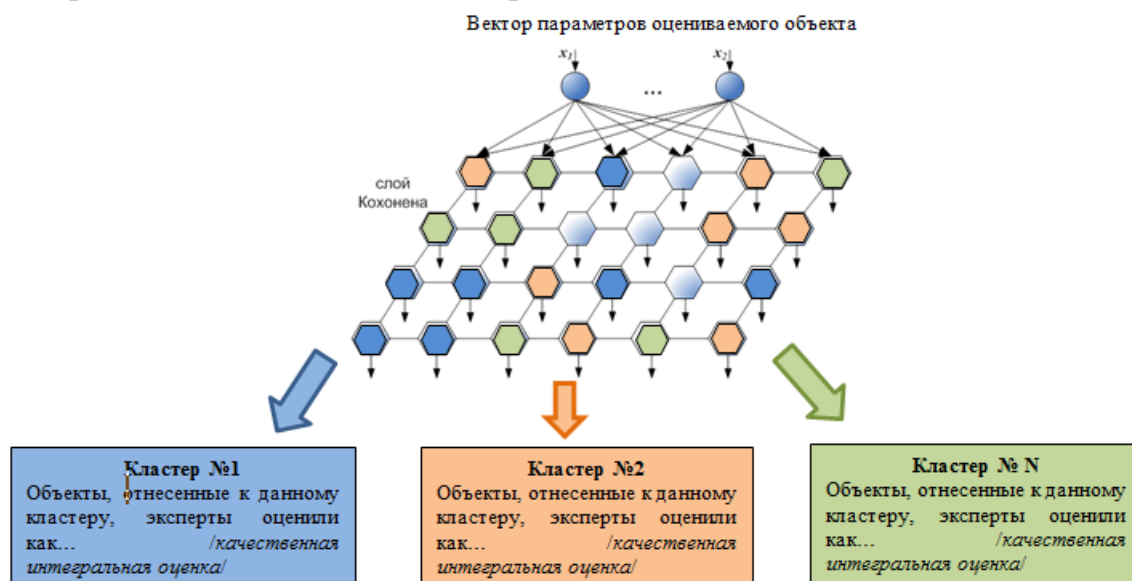


Рис. 1. Схематическое представление синергетической нейро-экспертной модели.

Разработанный подход интегрированного оценивания на основе SOM-карт был опробован на примере зонирования и оценки степени опасности питьевых вод на территории г. Казани. В 11 зонах города были отобраны пробы питьевой водопроводной воды, в которой были измерены количественные значения содержания катионов металлов (Sr, Cu, Pb, Zn, Cr, Fe). В качестве дополнительных параметров были определены канцерогенные и

неканцерогенные риски по каждой пробе воды, а также вероятностные риски. В результате работы предложенной модели, кортежи данных были сгруппированы SOM-картой в три кластера, каждому из которых была дана экспертная оценка степени опасности питьевых вод. Пример визуализации выделенных кластеров по некоторым параметрам демонстрирует рис.2. Результат экспертной оценки – Таблица 1.

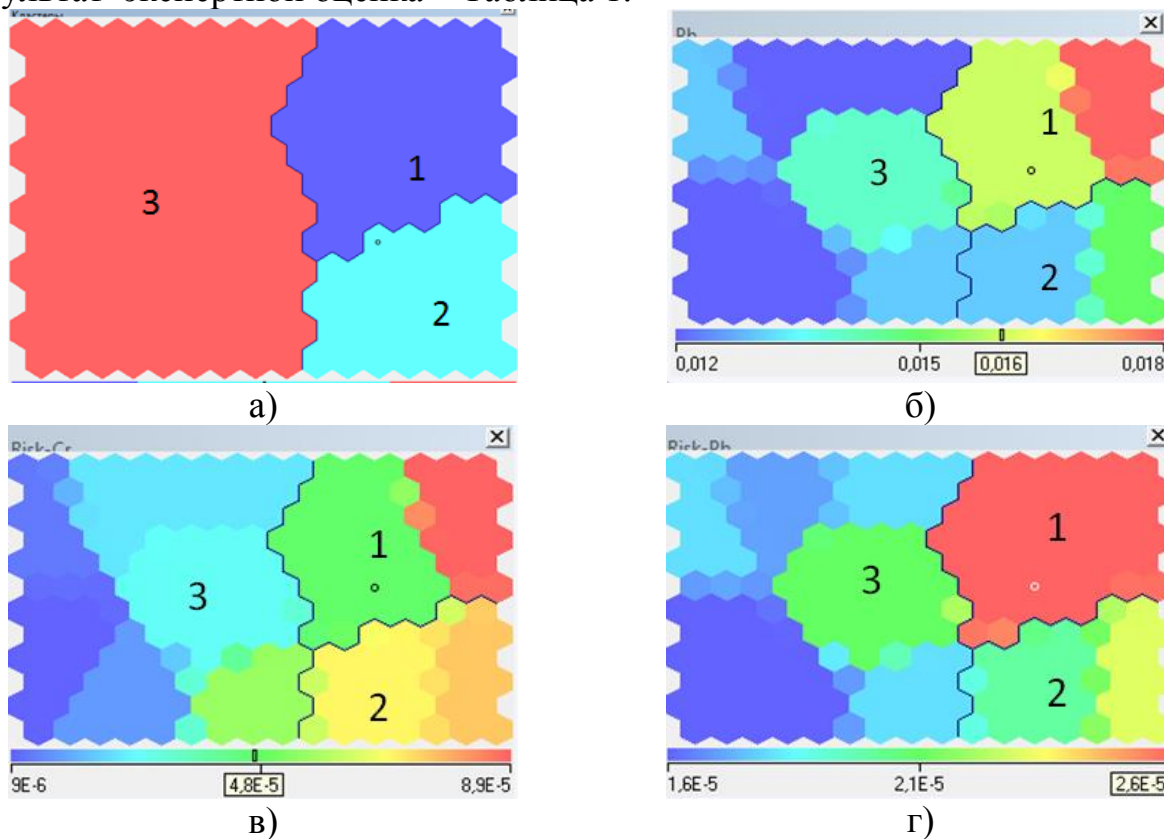


Рис.2. Визуализация количественных показателей выделенных SOM-картой кластеров (данные для экспертного анализа):

- а) распределение элементов по кластерам;
- б) визуализация содержания катионов свинца;
- в) визуализация уровня канцерогенного риска по катионам хрома;
- г) визуализация уровня канцерогенного риска по катионам свинца.

Таблица 1.

Ассоциированные с каждым кластером интегральные оценки

Зоны, отнесенные к кластеру:	Экспертная интегральная оценка	Рекомендуемые мероприятия
Кластер №1	зоны высокой степени опасности питьевой воды	Требуется разработка специальной программы обеспечения безопасности питьевой воды
Кластер №2	зоны средней степени опасности питьевой воды	Особое внимание следует обратить на доочистку питьевой воды от катионов

		хрома
Кластер №3	зоны низкой степени опасности питьевой воды	Требуется детализация программы обеспечения безопасности питьевой воды в отношении катионов железа и меди

Необходимо отметить, что разработанные модели могут быть усовершенствованы за счет применения авторского алгоритма нейросетевой каскадной фильтрации, что увеличит степень детализации оценки в том случае, эксперты затрудняются дать однозначную оценку кластеров, выделенных SOM-картой.

Литература.

1. Методические рекомендации МР 2.1.4.0032—11 Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: Методические рекомендации.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.—31 с.
2. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Файзуллин Р.И., Габдрахманова Г.Н., Кузнецова О.Н. Определение безопасных для человека концентраций катионов металлов в поверхностных источниках питьевого водоснабжения на примере г.Казани // Вестник Казанского технологического университета. – Т.20. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического университета – 2017. – № 8. – С. 115-120.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-41-160020.

ЭМИССИЯ CO₂ ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ДЛИТЕЛЬНОМ МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией

Вершинин Анатолий Андреевич, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник;

Князев Игорь Владимирович, научный сотрудник;

Зайнулгабидинов Эрик Ренатович, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. В условиях длительного воздействия нефти изучена динамика дыхательной активности серой лесной почвы. При 5-20% исходном содержании нефти ингибирующее действие на эмиссию CO₂ не выявлено. Максимальные темпы деструкции загрязнителя происходят в течение первого года инкубации.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, серая лесная почва, эмиссия CO₂

Способность почвы преодолевать неблагоприятное воздействие загрязнителей определяется ее типом, структурой и активностью микробного сообщества, химической природой и длительностью воздействия поллютанта [1,2]. Одним из показателей активности микробного пула почв является скорость почвенного дыхания [3]. Интенсивное почвенное дыхание является отражением активной минерализации органических веществ (соответственно и деструкции разнообразных загрязнителей).

Цель исследований состояла в изучении в условиях длительного эксперимента эмиссии CO₂ загрязненной нефтью серой лесной почвы.

Объектом исследований служила серая лесная (Сл) почва. Исследования проводили в модельных опытах. Образцы чистой почвы загрязняли определенным количеством тяжелой сернистой нефти Ямашинского месторождения Республики Татарстан. Были получены варианты с исходным содержанием нефти 5, 10, 15 и 20%. Контролем служила чистая почва. Длительность воздействия нефтяных загрязнений на почву составляла 4 года. Через определенные промежутки времени отбирали пробы для определения скорости эмиссии CO₂. Величину потенциального почвенного дыхания устанавливали газохроматографическим методом [4]. Скорость дыхания выражали в мкг CO₂/г сухой почвы /час.

Скорость дыхания контрольной почвы на протяжении эксперимента составляла 1,93-4,64 мкг CO₂/г·час. Высокие показатели дыхания контрольной почвы на 7-й день инкубации носили неспецифический характер и связаны с увлажнением почвы до 60% от полной влагоемкости, что вызвало всплеск активности микрофлоры. В дальнейшем микробное сообщество стабилизировалось и резких колебаний величины эмиссии CO₂ не происходило. Внесение нефти способствовало повышению скорости почвенного дыхания.

Характер изменения почвенного дыхания был индивидуален для каждого варианта. В первые недели инкубации интенсивность дыхания находилась в прямой зависимости от исходной концентрации загрязнителя. В эксперименте, для каждого варианта опыта выявлены свои пики дыхательной активности. Время наступления максимума эмиссии CO_2 было различным. Для 5% исходного загрязнения пик интенсивности дыхания обнаруживался на 180-е сутки; для варианта 10% на 270 сутки. В случае более высоких исходных концентраций нефти (15 и 20%) максимальные значения дыхательной активности регистрировались позднее (рис.1).

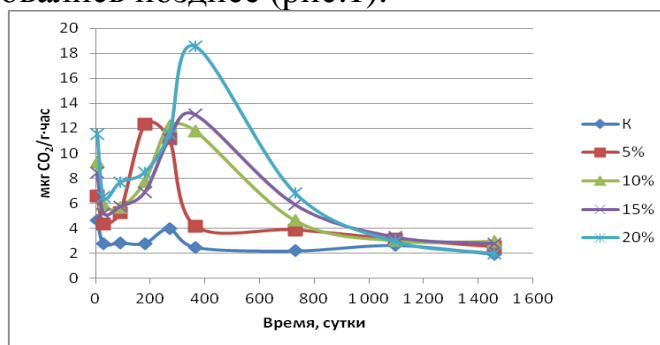


Рис 1. Динамика дыхательной активности серой лесной почвы при разном начальном содержании нефти.

Высокие показатели почвенного дыхания свидетельствуют о том, что в загрязненной нефтью серой лесной почве протекает активная деструкция нефтяных углеводородов. Максимальные значения эмиссии CO_2 выявлялись в течение первого года инкубации. Это означает, что в этот период минерализуется бо́льшая часть нефтяных углеводородов. В дальнейшем, скорость почвенного дыхания во всех вариантах снижалась. По истечении 1460 суток показатели дыхания загрязненных образцов незначительно отличались от контроля.

Таким образом, нефтяное загрязнение способствовало повышению дыхательной активности серой лесной почвы, отражая интенсификацию процессов деструкции поллютанта. В диапазоне исходной концентрации загрязнителя 5-20% не обнаружено ингибирующего действия нефти на дыхательную активность микробного сообщества почв. Во всех случаях величина дыхания загрязненных почв была выше, чем в контроле.

Литература:

1. Ананьева Н.Д., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Сусьян Е.А. Влияние полихлорированных бифенилов на микробную биомассу и дыхание серой лесной почвы // Почвоведение. – 2005. - № 7. – С.871-876.
2. Вершинин А.А., Петров А.М., Юранец-Лужаева Р.Ч., Кузнецова Т.В., Хабибуллин Р.Э. Коэффициент микробного дыхания различных типов почв в условиях нефтяного загрязнения // Вестник технологического университета. – 2017. - Т.20. - №4. - С.103-106.

3. Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д., Мякшина Т.Н. Характеристика состояния микробного сообщества почвы по величине метаболического коэффициента // Почвоведение. - 1995. - №2. -С.205-210.
4. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. МГУ, Москва. - 1991. - 304с.

РАНЖИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ПО СТЕПЕНИ ВКЛАДА В УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА Г.КАЗАНИ

Шипилова Римма Рустемовна¹, старший преподаватель
Шагидуллин Артур Рифгатович², кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник.

Магдеева Алина Рашитовна², младший научный сотрудник;

¹ ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

² Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Приведены результаты приведенной интенсивности движения на линейном участке автомагистрали г.Казани с учетом показателей опасности выбросов, типа автомобилей и средней скорости движения транспортных средств на участке автомагистрали.

Ключевые слова: автотранспортные средства, выбросы, автомагистрали, интенсивность движения.

По экспертным оценкам, более чем в 150 крупных городах России именно автотранспортные средства (АТС) оказывают доминирующее влияние на уровень загрязнения воздушного бассейна. В г. Казани, несмотря на большое количество стационарных источников загрязнения, доля вклада выбросов АТС составляет более 70 % от всей совокупных выбросов в воздушный бассейн. В отличие от стационарных источников, выбросы которых подлежат учету и нормированию, выбросы АТС не нормируются, даже определение приземных концентраций в зонах действия автомагистралей проводится эпизодически [1-7].

В связи с этим исследования, направленные на выявление закономерностей формирования выбросов загрязняющих веществ от АТС в условиях крупного промышленного центра являются первым необходимым этапом разработки программы защиты территории от негативного влияния автотранспортного комплекса. Важность учета и оценки влияния автотранспорта обусловлена тем фактом, что его численность стремительно увеличивается. Химическое загрязнение при движении АТС создается выбросами двигателя внутреннего сгорания (отработавшие и картерные газы, а также испарения топлива) [8-9].

При работе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) АТС выбрасывается в атмосферу более 200 групп загрязняющих веществ.

Загрязняющие вещества, в зависимости от химических реакций при их образовании можно разделить на следующие группы :

а) углеродсодержащие вещества – продукты полного и неполного сгорания углеводородного топлива (углекислый газ CO_2 , угарный газ CO , углеводороды C_nH_m , в том числе полициклические ароматические (ПАУ), сажа С);

б) вещества, образование которых непосредственно не связано с процессом сгорания топлива (оксиды азота ($NxOy$) – по термическому механизму);

в) вещества, выброс которых связан с примесями, содержащимися в топливе (соединения серы, свинца и других металлов), воздухе (кварцевая пыль, аэрозоли), а также образующимися в процессе износа деталей (оксиды металлов).

Состав отработавших газов ДВС зависит от вида используемого топлива и присадок к нему, условий эксплуатации, технического состояния и др.

На основе изучения схемы улично-дорожной сети города, а также информации о транспортной нагрузке, можно составить перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проводится учет проходящих АТС в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

Легковые (из них отдельно автомобили производства стран СНГ и отдельно зарубежные); грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (ГАЗ-51-53, УАЗы, "Газель", РАФ и др.); грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛ, "Урал" и др.); автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ); ГД - грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ); автобусы дизельные (городские и интуристовские "Икарусы"); грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе. Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали АТС проводился в течение 20 минут. Наблюдения выполнялись в часы "пиковой нагруженности" автомагистралей (с 7-8 час до 10-11 час и с 16-17 час до 19-20 час).

Исследовались 560 участков автомагистралей г. Казани, характеризующиеся высокой транспортной нагрузкой и неблагоприятными условиями движения, увеличивающими выбросы АТС на перекрестках улиц. Для ранжирования участков автомагистралей по степени интенсивности движения автотранспортных средств выполнено приведение потока различных типов транспортных средств к однородному потоку условных расчетных автомобилей.

$$G_j^{npL} = \sum_{i=1}^n K_{ij}^{npL} \cdot G_i^L \cdot r_{vi}(v),$$

где G_j^{npL} - приведенная к j -му расчетному типу автомобилей интенсивность движения на линейном участке автомагистрали (авт./ч); G_i^L - фактическая интенсивность движения транспортных средств i -ой группы (авт./ч); K_{ij}^{npL} - коэффициент приведения транспортных средств i -ой группы к j -му расчетному типу автомобилей; $r_{vi}(v)$ - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортных средств на участке автомагистрали; n – число типовых групп транспортных средств.

Коэффициенты приведения вычислены на основе суммарных показателей опасности выбросов:

$$K_{ij}^{npL} = \frac{ПОВ_{сум}^{Li}}{ПОВ_{сум}^{Lj}}, \quad \text{где} \quad ПОВ_{сум}^{Li} = \sum_k^m ПОВ_k^{Li},$$

$ПОВ_{сум}^{Li}$ - суммарный показатель опасности выбросов загрязняющих веществ транспортными средствами i -ой группы; $ПОВ_k^{Li}$ - показатель опасности выбросов k -го компонента транспортными средствами i -ой группы; m – число компонентов выброса.

Парциальные показатели опасности выбросов рассчитаны по формуле:

$$ПОВ_k^{Li} = \frac{M_{ik}^L}{ПДК_{м.р.}^k \cdot P_k},$$

где M_{ik}^L - удельный пробеговой выброс k -го загрязняющего вещества автомобилями i -ой группы для городских условий эксплуатации, г/км; $ПДК_{м.р.}^k$ - максимальная разовая предельно допустимая концентрация k -го загрязняющего вещества в атмосферном воздухе, мг/м³; P_k - безразмерный коэффициент, учитывающий класс опасности вещества. Класс опасности веществ учтен в соответствии с методикой расчета интегральных показателей качества воздушного бассейна населенных мест. Численные значения показателя P_k приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения показателя P_k для веществ различных классов опасности

Класс опасности вещества	1	2	3	4
Значение показателя P_k	1.0	1.5	2.0	4.0

Расчеты проводились для компонентов выбросов АТС: оксидов углерода, азота, сажи, формальдегида, бенз(а)пирена, диоксида серы, углеводородов.

Значения поправочного коэффициента $r_{v_k}(v)$, для компонентов выбросов, учитывающего скорость движения транспортных средств, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения коэффициента $r_{v_k}(v)$, учитывающего изменение количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

v , км/ч	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
r_{v_k}	1.35	1.28	1.2	1.1	1	0.88	0.75	0.63	0.5	0.3	0.45	0.5	0.65

Согласно результатам наблюдений в транспортном потоке преобладали легковые автомашины, их количество составило более 90% от общего числа транспортных единиц. Доминировали транспортные единицы с бензиновыми двигателями.

Транспортная нагрузка основных магистралей г. Казани достигала 3500–6000 физических единиц в час. Определение приведенной интенсивности транспортного потока на линейном участке автомагистрали (G_j^{npl}) показало, что автомагистрали г. Казани можно подразделить на 6 типов:

1. $G_j^{npl} < 1000$ авт./ч
2. $1000 < G_j^{npl} < 2000$ авт./ч
3. $2000 < G_j^{npl} < 3000$ авт./ч
4. $3000 < G_j^{npl} < 4000$ авт./ч
5. $4000 < G_j^{npl} < 5000$ авт./ч
6. $G_j^{npl} > 5000$ авт./ч

По интенсивности транспортного потока к 5 типу относятся ул. Амирхана, Пр. Победы, Ленинская дамба, Копылова, Гаврилова (Развязка Ямашева/Чистопольская-Чуйкова), часть улиц Чуйкова, Ямашева, Чистопольская. К 4 типу относятся ул. Н. Ершова, Павлюхина, Татарстан, Пушкина, Чуйкова, Ямашева и 3-я транспортная дамба. К 3 типу относятся улицы Московская, Сибирский тракт, М. Горького, А. Кутуя, Р.Зорге, Восстания, Ибрагимова, мост Миллениум. Все остальные улицы относятся к 1 и 2 типу. Наименее нагруженной является улица К. Фукса.

Интенсивность транспортного потока на улицах Вишневого, Назарбаева (на участке Х.Такташ – Техническая), Чистопольская (Бондаренко-Абсалямова) превышает 5000 ед./ч. На улице К. Маркса (на участке Чехова-Горького) интенсивность транспортного потока доходила до 7680 ед./ч., что позволяет их отнести к 6 типу.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Оценка вероятности превышения приземных концентраций примесей в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 1 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 111-114.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 3 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 119-121.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А.

Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 2 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 115-118.

5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р., Новикова С.В. Инвентаризация выбросов от автомобильного транспорта в зонах концентрации полимерных производств/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 139-142.

6. Тунакова Ю.А. Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 11. – С. 51-54.

7. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – № 4-1. – С. 264-270.

8. Бадалян, Л.Х. Анализ выбросов вредных веществ автотранспортом / Л.Х. Бадалян, В.Л. Гапонов, Е.Л. Медиокритский // Безопасность, экология, энергосбережение. – Ростов–на–Дону, 2000. – С. 61– 66.

9. Гудков, В.А. Безопасность транспортных средств (автомобили) : учеб. пособие для вузов/ А.В. Гудков, Ю.А. Комаров, А.Ю. Рябчинский, В.Н. Федотов. – М. : Горячая линия–Телеком, 2010. – 431 с.

ПАРАМЕТРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РЕЗУЛЬТАТ АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ

Платонова Марина Сергеевна, обучающийся

Собина Валентина Борисовна, обучающийся

Шукарёва Полина Сергеевна, обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева»

Аннотация: Представленная работа основана на исследовании комплексного подхода при анализе депонирующих сред на содержание кадмия. Особенности детектирования ксенобиотика при комбинации метода инверсионной вольтамперометрии и биотестирования.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия, ингибиторы, биотестирование, депонирующая среда

Количество факторов, угнетающих естественное функционирования объектов окружающей среды, прогрессирует с каждым годом. Увеличение парка автотранспорта, ухудшение техногенной обстановки, изменение кислотности среды и фиксирование тяжёлых металлов в городских депонирующих средах носит накопительный характер. Для исследования содержания кадмия оптимальным является комбинирование инверсионной вольтамперометрии и биотестирования, в связи с тем, что электрохимические методы являются высокочувствительными, автоматизированными, и имеют короткий период проведения анализа, а биотестирование демонстрирует кумулятивный эффект и отражает нарушение метаболизма у тест-объектов при детектировании хронической токсичности.

При определении содержания кадмия в депонирующих средах и параметров их токсичности необходимо обращать особое внимание на: однородность состава пробы (сбор и подготовка согласно методическим указаниям, замер атмосферных параметров: температура, влажность, время, давление), кислотность среды, определение рабочего электрода из перечня имеющихся и его применение, исследуемых тест-объект.

Ингибирующие воздействие на биоорганизмы тяжёлых металлов схоже, что осложняет определение конкретного металла. Кадмий концентрируется в виде белковых комплексов и приводит к гибели (при высоких концентрациях) или к необратимым изменениям в биоорганизме (искривление позвоночника, слипание плавников, снижение активности).

В проведённом эксперименте не было выявлено наличие острой токсичности, и был проведён электрохимический анализ проб депонирующих сред.

Вольтамперометрический комплекс отражает тенденцию проявления иона линейным изменением потенциала. Выбор подходящего фонового электролита корректирует и стабилизирует pH пробы. Состояние подвижности

кадмия при кислотности среды превышающей 7,5 резко снижается. Экспериментально выявлено увеличение концентрации при снижении кислотности, соляной кислотой (раствор).

Результаты по содержанию кадмия не превышают ПДК, однако следует учитывать степень накопления ингибитора, 25 летний период распада, распространённость в окружающем пространстве.

Требуемые параметры содержания кадмия определяются с использованием инверсионной вольтамперометрии, а ингибирующее действие на тест-объект отражается биотестированием. Из вышеописанного следует, что для выявления кадмия в депонирующей среде комбинированный метод – оптимален для извлечения большего диапазона данных по ингибитору.

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Глебов А.Н. Вольтамперометрический анализатор для определения содержания фенола в пробах воздуха рабочей зоны. Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 2. С.54-56.
2. Gogol E.V., Evtugin G.A., Marty J.L., Budnikov G.K., Winter V.G. Amperometric biosensors based on nafion coated screen-printed electrodes for the determination of cholinesterase inhibitors. Talanta. 2000 T. 53. Вып.3. С.379-389.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве: утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 № 5174-90.
4. МУ 08-47/163 Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии [Текст] – Томск, 2007. – 70 с.

МОНИТОРИНГ Р. КАЗАНКИ И ВЫПУСКОВ ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНИ В КАЗАНСКИЙ ЗАЛИВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА: ОЦЕНКА ПРИВНОСА ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА

Сабанаев Руслан Николаевич, аспирант;

Никитин Олег Владимирович, кандидат географических наук, доцент

Латыпова Венера Зиннатовна, доктор химических наук, профессор,

член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан;

Степанова Надежда Юльевна, доктор биологических наук, доцент, Яковлева

Ольга Геннадьевна, кандидат химических наук, доцент,

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Аннотация: В статье по данным многолетнего мониторинга поверхностных вод р. Казанки дана оценка привноса взвешенного вещества в составе выпусков ливневых стоков с территории г. Казани в Казанский залив Куйбышевского водохранилища относительно фонового содержания взвешенного вещества в р. Казанке в фоновых створах. По полученным данным, все исследованные выпуски поверхностных сточных вод с территории г. Казани привносят в залив огромное количество взвешенного вещества: более чем на 96 % его концентрация в черте г. Казани формируется за счет поступающих с территории г. Казани выпусков поверхностных сточных вод. Результаты исследования будут полезны при организации на территории г. Казани работ по реконструкции улично-дорожной сети, вторичного использования предприятиями и организациями очищенных поверхностных сточных вод на технологические нужды и при оценке необходимой эффективности очистки ливневых сточных вод на очистных сооружениях.

Ключевые слова: урбанизированные территории, выпуски ливневого стока, взвешенное вещество, Казанский залив Куйбышевского водохранилища.

В настоящее время проблема осадконакопления во внутригородских водоемах как важный фактор их заиления и обмеления является одной из важнейших и актуальных задач водоохранной деятельности [1].

Целью работы является оценка вклада выпусков ливневых сточных вод с территории г. Казани в загрязнение Казанского залива Куйбышевского водохранилища взвешенным веществом.

Объектом исследования послужили выпуски ливневых сточных вод независимо от ведомственной принадлежности сетей ливневой канализации в Казанский залив Куйбышевского водохранилища, принимающего около ¼ поверхностного стока с территории г. Казани [1].

Отбор проб и методы исследования. Натурные полевые исследования выпусков ливневых сточных вод в залив в черте г. Казани, поверхностной воды залива в зонах воздействия выпусков и выше черты г. Казани проведены в ходе экспедиционных выездов, ежесезонных отборов проб и натурных обследований

в течение 2014–2017 гг. Отбор проб поверхностной воды, поверхностных сточных вод проводили в соответствии с действующими методиками.

Химико-аналитические исследования проб воды, определение количества взвешенного вещества выполняли на базе лаборатории экологического контроля кафедры прикладной экологии Казанского федерального университета. В работе использовали унифицированные, либо стандартные методики пробоподготовки и определения загрязняющих веществ в пробах воды.

Для расчета фоновых концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах использовали данные ежемесячных отборов проб (по три пробы, $n=36$) в течение 2014–2016 гг. и методические рекомендации (РД 52.24.622-2001).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 8.0.

Оценка привноса (в %) загрязняющего вещества в водный объект производится с учетом C_k – его концентрации в контрольном створе, C_ϕ – концентрации того же вещества в фоновом створе по формуле (1): $\alpha = (C_k - C_\phi) / C_k \cdot 100 \%$ (1).

Наибольшие значения рассчитанных среднемесячных концентраций взвешенного вещества в воде р. Казанки на обоснованных фоновых станциях выше черты г. Казани, принимали за основной (опорный) (РД 52.24.622-2001). Современный гидрохимический фон (C_ϕ) взвешенного вещества в р. Казанке определен как средняя величина ($14,5 \text{ мг/дм}^3$), полученная в статистически однородные годы 2014 - 2016 гг.

По результатам исследования величина α для взвешенного вещества, поступающего в составе ливневого стока с территории г. Казани, рассчитанная по всем выпускам по формуле (1), изменяется в интервале от 95 % до 97 %. Это означает, что привнос взвешенного вещества в Казанский залив Куйбышевского водохранилища за счет ливневого стока с территории мегаполиса весьма существенен, он практически удваивает его концентрацию относительно фонового значения. Высокая концентрация взвешенного вещества губительна для планктонных организмов [3], а его частичное осаждение в створе ливневыпуска и ниже по течению приводит к заилению и обмелению залива в черте города, что является одним из ведущих факторов процесса антропогенного эвтрофирования водного объекта.

Литература

1. Бикунова-Шаго Л.П. Влияние взвешенных веществ на фитопланктон. / Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоемы. Сб. научных трудов, выпуск 255. Л.: Промрыбвод, 1986. С.17-20.
2. Никитин О.В., Латыпова В.З., Сабанаев Р.Н., Шагидуллина Р.А., Лукоянов Д.Е., Сафиуллин Р.М., Яковлева О.Г., Горшкова А.Т., Дмитриев А.А. О правовых аспектах эксплуатации систем отведения поверхностного стока с селитебных территорий в водные объекты //Российский журнал прикладной

экологии, 2015. № 3. С. 56 – 60.

3. РД 52.24.622-2017 «Порядок проведения расчетов условных фоновых концентраций химических веществ в воде водных объектов для определения нормативов допустимых сбросов сточных вод», действителен в течение 10 лет.

4. Сабанаев Р.Н., Никитин О.В., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Лукоянов Д.Е., Яковлева О.Г., Шагидуллина Р.А., Горшкова А.Т., Сафиуллин Р.М. Нагрузка ливневого стока на поверхностные воды внутригородского водотока //Вестник технологического университета, 2016. № 19. С. 157-160.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ КОМПОНЕНТОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГАЗОВЫЕ ВЫБРОСЫ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ТБО

Сибгатуллина Ольга Сергеевна, ст. преподаватель
Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук, ст. преподаватель
Гоголь Элина Владимировна,
¹ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. Морфологический состав бытового мусора достаточно разнообразный и зависит от большого количества факторов. Одним из распространенных способов утилизации, использующийся в более 20 странах мира, в том числе и в России, является сжигание ТБО. Для нормальной работы мусоросжигательного завода или его проектирования, удовлетворяющих эколого-экономическим требованиям, необходимо обладать достаточными знаниями о потенциально опасных ингредиентах, содержащихся в отходах и образующихся при их сжигании, а также их поведении в процессе сжигания. Таким образом, главной задачей, как для самих заводов, так и для городских властей является не только контроль качества атмосферного воздуха, но и контроль процессов, происходящих внутри самой мусоросжигательной установки.

Ключевые слова: термическое разложение отходов, твердые коммунальные отходы

Точное и подробное описание количественного и качественного состава твердых коммунальных отходов (далее по тексту ТКО) является главным фактором при оценке опасности газообразных и твердых отходов, образующихся в процессе термической утилизации ТКО. Более половины современных бытовых отходов состоят из легко гниющих (быстро разлагающихся в окружающей среде) фракций, бумаги и картона. 40% отходов – это различные упаковочные материалы, 13% – стекло (табл. 1) [1].

Таблица 1

Средний компонентный состав современных городских ТКО

№ п/п	Наименование компонента	Количество (кг/жителя/год)
1	Легкогниющие отходы	130
2	Бумага/картон	115
3	Санитарно-технические (гигиенические) текстильные волокна	14
4	Текстильные изделия	12
5	Пластмассы	51
6	Отходы сложного состава	6
7	Различные горючие вещества	15

№ п/п	Наименование компонента	Количество (кг/жителя/год)
8	Стекло	60
9	Металлы	19
10	Различные негорючие вещества	31
11	Необычные отходы	2
Всего		455

Особую группу в составе ТКО занимают отсев (частицы размером менее 15 мм) и крупногабаритные отходы (старая мебель, холодильники и пр.), которые перед переработкой требуют предварительной подготовки (дробления и измельчение). Элементный состав твердых коммунальных отходов разнообразен, так как в такой смеси присутствуют почти все химические элементы в виде различных соединений. Наиболее распространенными являются углерод (около 30% по массе) и водород (4% по массе), на основании которых определяется во многом теплотворная способность отходов. Кроме этого, также необходимо учесть, что изначально в ТКО содержится повышенное количество потенциально опасных элементов, характеризующихся высокой токсичностью и летучестью: различные соединения галогенов (F, Cl, Br), азота, серы, тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, Sn). Например, если сравнить содержание этих элементов в земной коре и ТКО, то в последнем их на 1-2 порядка выше [2].

Механизм термического разложения ТКО более сложный, чем у других видов топлива, что связано как с их неоднородностью по составу и свойствам отдельных компонентов.

Сжигание ТКО, главным образом, является процессом термического окисления горючей части отходов, и в камере сжигания преобладают в основном окислительные реакции. Основными продуктами сгорания углерода и водорода являются диоксид углерода и вода; в случае неполного сгорания, а также в зонах более низких температур (на выходе из печи, на стадии газоочистки и т.п.), образуются также монооксид углерода, низкомолекулярные органические соединения, полициклические ароматические углеводороды, шлаки и зола [3].

Механизм термического разложения ТКО происходит последовательно в несколько этапов:

1) Отходы разогреваются путем поступления энергии извне (пламя, разряд, излучение стен печи), конвекции первичного нагретого воздуха и теплопроводности твердых фракций отходов, при этом влага, содержащаяся в отходах, испаряется.

2) Затем начинается процесс пиролиза отходов – термического разложения на органические фракции с высвобождением горючих газов (углеводородов, угарного газа, водорода), хлористого водорода, серо- и азотсодержащих соединений (пиридина, пирролов, аминов) и образованием гудронов, которые впоследствии растрескиваются, образуя твердый углеродсодержащий шлак.

При определенной температуре и при наличии кислорода большинство из этих газов мгновенно окисляются.

3) Твердый углеродсодержащий шлак окисляется кислородом или газифицируется водой или углекислым газом. Эти гетерогенные химические реакции заканчивают трансформацию горючей части ТКО, которая превращается в золу.

4) Инертные материалы (минеральные и металлосодержащие) частично расплавляются, образуют оксиды и соли, а, остывая, превращаются в шлак.

Компонентный состав отходов, образующийся при термической утилизации ТКО. 70% начальной массы ТКО превращается в CO_2 и H_2O . Состав выбросов от термической утилизации ТКО представлен в таблице 2.

Таблица 2

Состав дымовых газов на выходе из печи [4].

№ п/п	Природные соединения	Объемная концентрация, %
1	Азот	65-70
2	Кислород	7-13
3	Диоксид углерода	6-12
4	Вода	10-16
№ п/п	Загрязнители	Концентрация, мг/м ³
1	Угарный газ	от 40 до 100
2	Взвешенные вещества, пыль, летучая зола	от 1500 до 7000
3	Хлористый водород	от 800 до 2000
4	Фтористый водород	от 0,5 до 2
5	Оксиды серы	от 20 до 200
6	Оксиды азота	от 150 до 500
7	Хлорорганические соединения	0,0001
8	Тяжелые металлы	от 5 до 10

В таблице 3 приводятся европейские нормативы содержания загрязняющих веществ в выбросах дымовых газов от мусоросжигательных установок, принятые в 2002 году (дополнительно введен лимит на выбросы оксидов азота (которые ранее в Европе не нормировались) и ужесточились требования к содержанию в дымовых газах диоксинов и фуранов) [4].

Таблица 3

Европейские нормативы содержания загрязняющих веществ в выбросах дымовых газов от мусоросжигательных установок (в сухом газе, содержащем 11% O_2 или 9% CO_2)

№ п/п	Загрязняющее вещество	Среднесуточная концентрация, мг/м ³	Средняя концентрация за 30 минут (максимально-разовая), мг/м ³

1	Угарный газ (CO)	50	100
2	Пыль (взвешенные вещества)	10	30
3	Общий органический углерод	10	20
4	Хлористый водород (HCl)	10	60
5	Фтористый водород (HF)	1	4
6	Диоксид серы (SO ₂)	50	200
7	Оксиды азота (NO+NO ₂) для установок производительностью более 6 тонн ТБО в час	200	-
8	Оксиды азота (NO+NO ₂) для установок производительностью менее 6 тонн ТБО в час	400	-
9	Кадмий и теллур (Cd + Tl)	0,05	-
10	Ртуть (Hg)	0,05	-
11	Общее содержание других тяжелых металлов (Sb, As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, V)	0,5	-
12	Диоксины и фураны (в единицах TEQ-toxic equivalent quantity по отношению к диоксину, названному «диоксин Севезо»)	0,1 нг/м ³	

Образование угарного газа (CO) напрямую связано с проблемами функционирования печи (подачей воздуха, плохим перемешиванием ТКО, запуском или остановкой процесса термической утилизации). Количество угарного газа в выбросах может быть уменьшено за счет увеличения расхода первичного или вторичного воздуха. Однако, подача воздуха должна быть отрегулирована таким образом, чтобы не вызывать резкого повышения температуры как в реакторе, так и в камере дожигания.

В условиях сжигания ТКО галогены преимущественно находятся в форме их соединений с водородом (HCl, HBr, HF), являющихся наиболее устойчивыми продуктами сгорания. Все летучие продукты реакций попадают в дымовые газы. В неочищенных дымовых газах примерные концентрации выбросов составляют (мг/м³): HCl - 300 - 1000, HBr - 100-500, HF - 2-10 [2]. Источников выбросов хлористого водорода HCl при сжигании ТКО несколько: изделия из поливинилхлорида («органический хлор») и соли, например, хлориды натрия и магния («неорганический хлор») [5]. В среднем, 1 тонна ТКО содержит 7–12 кг хлора. Основная часть хлористого водорода представлена летучей частью (70%), однако значительная его часть концентрируется в шлаке (10%) и золе (20%).

Оксиды серы (SO₂ + SO₃) являются, в основном, продуктами горения гипса, штукатурки и стеновых панелей. Сера преимущественно (до 70%) переходит в нелетучие сульфаты, попадающие в шлак, и в летучий диоксид серы SO₂ (примерная концентрация выбросов SO₂ – 100-500 мг/м³). В

атмосфере под действием ультрафиолетового излучения SO_2 может превратиться в серную кислоту (феномен «кислотных дождей»).

Оксиды азота (NO_x) образуются при окислении азота в воздухе и в отходах. Сухие ТКО содержат около 1% азота (по массе). Оксиды азота в выбросах дымовых газов при сжигании ТКО – это смесь NO (концентрация в неочищенном газе - 200-400 мг/м^3), NO_2 и N_2O . Последнему уделяется особое внимание из-за его вклада в феномен «парникового эффекта» и способности катализировать процесс разрушения озона в стратосфере. Два других соединения вносят вклад в подкисление атмосферных осадков.

Тяжелые металлы при термической утилизации ТКО, содержатся в дымовых газах, а также шлаке и золе. Они содержатся в форме оксидов, хлоридов и летучих форм металлов нулевой валентности. По данным практики, концентрация металлов в отходящих газах при сжигании исходных ТКО в 10-100 раз превосходит концентрацию металлов в отходящих газах энергетических установок, работающих на каменном угле, т.е. тяжелые металлы являются специфическими выбросами мусоросжигательных заводов. Шлак состоит преимущественно из SiO_2 (25–50%), Al_2O_3 (11–27%), CaO (10–15%), Fe_2O_3 (2–10%), MgO (2–5%), Na_2O (2–4%), K_2O (1–4%), P_2O_5 (1–6%) [5]. Некоторые содержащиеся в ТБО тяжелые металлы (железо, хром, никель) не образуют летучих продуктов при сжигании и в основном переходят в шлак.

Тяжелые металлы, содержащиеся в ТКО, не разрушаются в процессе термической утилизации, а проходят через различные формы физико-химической трансформации. Самые летучие металлы могут испаряться в условиях высоких температур (например, свинец и кадмий в виде хлоридов). По мере остывания дыма, они могут конденсироваться в форме аэрозоля или на поверхности летучей золы. Фракции подобных частиц настолько малы, что не задерживаются системами механической фильтрации и, попадая в атмосферу, представляют из себя источник повышенного техногенного риска, особенно для людей. Например, при охлаждении дымовых газов до 200°C Pb и Cd конденсируются и улавливаются вместе с золой на стадии газоочистки. При сжигании ТКО 90% кадмия попадает в дымовые газы и осаждается в основном на мелких (менее 2 мкм) частицах летучей золы. Поэтому при газоочистке задача во многом сводится к максимально полному улавливанию летучей золы, которая характеризуется высоким содержанием не только кадмия, но и свинца и других металлов. Ртуть и ее соединения остаются главным образом в газовой фазе и при более низких температурах.

За последнее десятилетие содержание в ТКО тяжелых металлов резко повысилось за счет отработанных сухих гальванических элементов, аккумуляторов, ламп накаливания, люминесцентных ламп, синтетических материалов (красители, стабилизаторы), металлических покрытий кожи, текстильных материалов, пластиков, стекла [6]. Исследования, проведенные по программе WASTE научно-исследовательским центром мусоросжигательного концерна Барнаби (Ванкувер, Канада) показали, что поступление в окружающую из ТКО ртути, мышьяка, кадмия, свинца, меди и хрома связано,

прежде всего, с наличием органических и пластиковых компонентов в ТБО: даже при небольшой концентрации в них металлов, эти отходы представлены в значительных объемах.

По данным практики Германии, в 1 т ТКО в среднем содержится 300 г сухих батарей, а в ТКО города с населением 0,5 млн. человек накапливается ежегодно около 50 т лома сухих батарей. Содержание ртути в этом ломе колеблется в пределах 1-25%, в ломе никель-кадмиевых аккумуляторов содержится около 15% кадмия. Общее содержание кадмия в ТКО Германии составляет 10-15 мг/кг (основные источники кадмия - синтетические материалы и батарейки) [7].

В процессе сжигания ТКО, особенно в условиях недожога, образуются весьма токсичные соединения - полихлордибензодиоксины (ПХДД) и полихлордибензофураны (ПХДФ) [8]. Можно отметить два основных пути образования диоксинов и фуранов при термической переработке ТКО:

- первичное образование в процессе сжигания ТКО при температуре 300-600°C;

- вторичное образование на стадии охлаждения дымовых газов, содержащих HCl, соединения меди (и железа) и углеродсодержащие частицы при температуре 250-450°C.

Для снижения содержания диоксинов и фуранов до лимита (0,1 нг/м³) необходимо, чтобы пребывание газов в зоне печи составило не менее 2 секунд (850°C, концентрация кислорода – не менее 6%). Но и это не решает полностью проблему снижения концентрации диоксинов в отходящих газах, так как нужно также учесть их способность к новому синтезу при снижении температуры. Кроме того, необходимо учесть тот факт, что с повышением температуры увеличивается выход летучих металлов и их содержание в летучей золе.

Литература:

1. ADEME, Dechets municipaux: les chiffres-cles, 2-eme edition, Donnee et references, ADEME Editions, Paris.- 2000.
2. Menard Y. Modelisation de l'incineration sur grille d'ordures menageres et approche thermodynamique du comportement des metaux lourds: These de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine.- 2003. – P. 223.
3. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Подходы к оценке определения опасности диоксинов/ Известия Самарского научного центра Российской академии наук – СНЦ РАН – 2016. – Т. 18. - № 5(3) – С. 419-424.
4. Le Goux J.L., Le Douce C. L'incineration des dechets menagers // Economica, Paris.- 1995.
5. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А.. Тяжелые металлы и мусоросжигание как источник их поступления в окружающую среду/ Науч. журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16, № 21, 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013 г, с. 203-209
6. Гоголь Э.В., Егорова О.С., Гумерова Г.И., Бадретдинов Р.З. Балобанов П.А. Подходы к обращению с отходами портативных батарей и аккумуляторов //

Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 124 – 126.

7. Ellina V. Gogol, Guzel I. Gumerova, Olga S. Egorova. Approaches to assessment and hazard identification of dioxins. International Conference “Environmental Engineering”, 10th International Conference „Environmental Engineering“ DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.021>

8. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов./ Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ

Сибгатуллина Ольга Сергеевна, ст. преподаватель

Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук, ст. преподаватель

Гоголь Элина Владимировна, кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. Представлен обзор существующих современных методов контроля соединений тяжелых металлов в атмосферном воздухе

Ключевые слова: методы определения, термическая утилизация, тяжелые металлы, твердые коммунальные отходы

В атмосферу тяжелые металлы попадают при термической утилизации твердых отходов. Компонентный состав загрязняющих веществ, образующийся при сжигании отходов, достаточно разнообразный. При этом на тяжелые металлы приходится 5-10% от всех выбросов [1]; кроме того, во время процесса утилизации дымовые газы содержат различные потенциально опасные соединения металлов, характеризующиеся высокой токсичностью и летучестью, что приводит к необходимости контроля выбросов в атмосферу с предварительным определением предполагаемых составов выбросов.

В настоящее время при контроле загрязняющих веществ в воздухе (в частности, тяжелых металлов) применяют инструментальные методы аналитической химии, включающие в себя физические и физико-химические методы определения, позволяющие проводить как качественный, так и количественный анализ [2].

Физико-химические методы подразделяются на электрохимические и спектральные (оптические). Преимуществом этих методов является небольшая продолжительность анализа и небольшой объем пробы, а также они обладают высокой чувствительностью и экспрессностью. Кроме этого, возможно автоматизировать процесс определения. В отличие от классических методов химического анализа они позволяют определять загрязняющие вещества при низких пределах обнаружения.

Ферментативные методы определения, которые стоят обособленно от всех, также используются при контроле тяжелых металлов в объектах природной среды [3,5]. Помимо своей экспрессности, простоты при использовании оборудования и проведения самого эксперимента, экономичности, они отличаются также высокой чувствительностью и селективностью за счет высокой каталитической активности и специфического действия биокатализаторов. Эти методы используются совместно с инструментальными, а именно фотометрией, вольтамперометрией и др. Существует достаточно много методик определения тяжелых металлов с использованием ферментативных методов. Так, например, методики определения металлов по их ингибирующему действию на нативные ферменты (определяемые

металлы – Ag, Hg, Pb, Cd, Bi, Zn), а именно уреазу, инвертазу, глюкозооксидазу, ксантинооксидазу, АДГ (алкогольдегидрогеназу) из пекарских дрожжей, печени лошади.

На сегодняшний день электрохимические методы определения занимают одно из ведущих мест среди физико-химических методов определения из-за простоты и автоматизации проведения самой процедуры анализа и дешевизны оборудования. При контроле объектов окружающей среды, и в частности атмосферного воздуха, среди электрохимических методов определения особое место занимает инверсионная вольтамперометрия (ИВ). Многими фирмами-разработчиками приборов контроля предлагается ряд методик определения тяжелых металлов в атмосферном воздухе, уже аттестованных и прошедших апробацию в лабораториях и на промышленных предприятиях. Например, фирмой «Аквилон» предлагается вольтамперометрический анализатор АКВ-07МК с пакетом аттестованных методик определения.

Многие авторы при контроле за содержанием тяжелых металлов в атмосфере выделяют следующие современные методы анализа: атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный, рентгенофлуоресцентный, спектрофотометрический и масс-спектральный.

Спектральными методами возможно определять широкий спектр загрязнений в воздухе, так например, использование спектрофотометрии в видимой, УФ- и ИК-областях позволяет контролировать содержание в воздухе следующих металлов: Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Cd, Mo, Te, W, Pb; с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии – Mg, Al, Si, Ca, Tl, V, Cr, Mn, Cu, Fe, Ni, Zn, Cd, Sn, Pb; методом атомно-абсорбционной спектрометрии – Zn, Ni, Cd, Ba, Cr, Mn, Fe, Tl, Cu, Sn, Hg, Pb; рентгенофлуоресцентным анализом – Na, Al, Si, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Cd, Sn, Sb, Pb, Hg.

Согласно [4], выделяют, как наиболее приоритетный метод контроля воздуха, метод атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС). Следует отметить, что при сравнении атомно-эмиссионного анализа с атомно-абсорбционным, он практически ничем не уступает, а в некоторых случаях является более универсальным (например, при суммарном определении большого числа элементов).

Рентгенофлуоресцентный анализ также используется для контроля выбросов тяжелых металлов в атмосферу. Одним из достоинств этого метода является отсутствие предварительной пробоподготовки, что позволяет ускорить процедуру анализа.

Использование масс-спектрального анализа с совместным использованием более простых методов инструментального анализа при определении загрязняющих веществ в воздухе позволило расширить круг определяемых тяжелых металлов. Следует обратить внимание, что загрязняющие вещества, а именно тяжелые металлы могут находиться в воздухе не только в свободном состоянии в виде чистых металлов, а также – различных соединений как неорганических, так и органических, что существенно осложняет контроль воздушного бассейна. В связи с этим анализ

усложняется тем, что предварительно необходимо провести разделение сложной смеси с последующей идентификацией. С этой целью масс-спектральный анализ объединяют с хроматографическим разделением (хромато-масс-спектральный анализ). Но в тоже время, при проведении такого анализа усложняется само аппаратное обеспечение и процедура определения.

В настоящее время большое распространение получила масс-спектрометрия с использованием индуктивно-связанной плазмы (ИСП-МС). Многие авторы описывают использование масс-спектрометрии как метода прямого определения загрязняющих веществ в воздухе с использованием лазерной абляции. Чаще встречаются работы, где описывается определение состава пробы с предварительным разложением аэрозольного фильтра. С помощью данной методики можно определять следующие металлы в воздухе: Na, K, Ca, Fe – предел обнаружения 0,3 – 3 мкг/м³; Mg, Al, Sc, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sn – 300 – 30 нг/м³; Be, V, Mn, Rb, Sr, Mo, Cd, Ba, Pb, W – 30 – 3 нг/м³ и Li, Co, Ag и др. редкоземельные металлы - < 3 нг/м³. При этом погрешность варьируется в диапазоне 10 – 30%.

В заключении можно сделать следующий вывод: существует большое количество методов контроля атмосферного воздуха, но, к сожалению, все они трудоемкие и требуют много времени на проведение анализа (с затратой дополнительного времени на пробоотбор и пробоподготовку), дорогостоящего и громоздкого оборудования. Поэтому нами предлагается использовать сочетание расчетных и экспериментальных методов контроля с предварительным выявлением металлов-маркеров [6], что позволит создать модель загрязнения с последующим проведением анализов в аккредитованных лабораториях, если это будет необходимо, и сократить время и стоимость анализов.

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Егорова О.С. Подходы к оценке определения опасности диоксинов/ Известия Самарского научного центра Российской академии наук – СНЦ РАН – 2016. – Т. 18. - № 5(3) – С. 419-424.
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А.. Тяжелые металлы и мусоросжигание как источник их поступления в окружающую среду/ Науч. журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16, № 21, 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013 г, с. 203-209
3. Гоголь Э.В., Егорова О.С., Гумерова Г.И., Бадретдинов Р.З. Балобанов П.А. Подходы к обращению с отходами портативных батарей и аккумуляторов // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 124 – 126.
4. Ellina V. Gogol, Guzel I. Gumerova, Olga S. Egorova. Approaches to assessment and hazard identification of dioxins. International Conference “Environmental Engineering”, 10th International Conference „Environmental Engineering“ DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.021>

5. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Иммуноферментные и биологические методы определения диоксинов./ Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 256 – 259
6. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Методическое обеспечение контроля выбросов газов //Вестник Каз. технол. ун-та. Т.17, № 9, 2014. – с. 210-217.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА ОЦЕНКУ ВЛИЯНИЯ ТОКСИКАНТОВ ПРИ БИОТЕСТИРОВАНИИ

Шукарёва Полина Сергеевна, обучающийся
Гоголь Эллина Владимировна, кандидат химических наук, доцент
Платонова Марина Сергеевна, обучающийся
Собина Валентина Борисовна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация: Работа посвящена вопросу использования биотестирования как метода контроля состояния экосистемы. Произведен анализ реакции представителей биоты на токсиканты. Выявлены преимущества данного метода и факторы, которые могут влиять на результаты оценки.

Ключевые слова: биотестирование, экосистема, токсиканты, кислотность

Оценка последствий антропогенного воздействия [1-3] на окружающую среду невозможна без применения биотестирования, которое дает прямую информацию о реакции живых организмов на различные абиотические и биотические факторы. В то время как физико-химические методы контроля состояния среды [4-7] не всегда могут дать достоверную информацию о влиянии тех или иных компонентов на живой организм. Живые организмы существуют в антропогенной урбоэкосистеме и реагируют на все стрессовые для них факторы этой системы. Оценки влияния этих факторов на представителей биоты урбоэкосистемы может свидетельствовать об уровне антропогенного воздействия с целью его минимизации.

Одним из приоритетных факторов, влияющих на результаты оценки влияния токсикантов на биоту экосистемы и на состояние самих тест-объектов, их рост и размножение является рН среды их обитания [8] и ее резкие изменения в сторону подкисления или защелачивания. Так, при рН 2,5 – 3,5 или 10,1 – 11,5 токсиканта соответствует 3 классу опасности, при рН менее 2,5 или более 11,5 – 2 классу опасности для окружающей природной среды. Кроме того, такие токсиканты, как металлы переходных групп с переменной валентностью при рН ниже 3,5 находятся в подвижной растворимой форме, что может привести к суммации воздействия залповых и кратковременных поступлений данного вида токсикантов, изменить степень их воздействия на биоту и скорость влияния стрессовых факторов в целом.

Литература:

1. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. – Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т.16. № 1-6. С.1717-1720.
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А.. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов/ Научный

- журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16, № 19, 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013 г, с. 71-75
3. Егорова О.С., Буркеева Д.Р., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Оценка вклада автотранспортных потоков в загрязнение атмосферного воздуха г. Казани // Вестник Казан. Технолог. Ун-та, 2014.-Т.17, № 16. – С.141-143.
 4. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве: утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 № 5174-90
 5. МУ 08-47/163 Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии [Текст] – Томск, 2007. – 70 с
 6. Смирнова, С.М., Долин, В.В. Тяжелые металлы в снежном покрове г. Николаева / С.М. Смирнова, В.В. Долин // Сб. науч. тр. Института геохимии окружающей среды НАН Украины. – К., 2011. - Вып. 19. - С. 115 – 124.
 7. Шумилова М.А., Садиуллина О.В. Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды на примере Ижевска // Вестник Удмуртского университета, 2011. – Вып. 2. – С. 91 – 96.
 8. Отчет о выполнении работ по теме: «Разработка Методических рекомендаций по применению» Критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды» для видов отходов, включенных в Федеральный классификационный каталог отходов», Москва, 2002.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Спирина Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент
Белосохова Дарья Сергеевна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

Аннотация: Проведена экологическая оценка качества воды Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ по комплексным показателям степени загрязнения. В ходе мониторинга определены превышения ПДК химических ингредиентов в воде. Выявлены основные причины неудовлетворительного состояния водных объектов на территории Республики Татарстан.

Ключевые слова: экологическая оценка качества поверхностных вод; комплексные показатели степени загрязненности; коэффициент комплексности; удельный комбинаторный индекс загрязненности; класс качества воды.

Сохранение запасов водных ресурсов, их охрана и восстановление водных объектов относятся к числу важнейших экологических задач. Для экологической оценки качества поверхностных вод используются комплексные показатели степени загрязненности, которые позволяют оценить загрязненность воды по широкому перечню химических ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязненности. Расчет комплексных показателей проводится по результатам наблюдений за загрязненностью воды рек и водоемов, которые выполняются по единым методикам. Для подготовки информационных материалов используется обязательный перечень, который включает 15 загрязняющих веществ, наиболее характерных для большинства поверхностных вод РТ [1].

Предварительная оценка степени загрязненности воды водных объектов проводится с помощью коэффициента комплексности загрязненности воды (К), который выражается в процентах и изменяется от 1 до 100% при ухудшении качества воды. Увеличение этого коэффициента свидетельствует о появлении новых загрязняющих веществ в воде исследуемого водного объекта. Классификация качества воды по степени загрязненности проводится с учетом оценочных показателей: удельный индекс загрязненности воды (УИЗВ) и критический показатель загрязненности воды (КПЗ), которые указывают на классы загрязненности: “очень грязные” и “экстремально грязные”. При анализе учитывают значения наблюдаемых концентраций загрязнений и частоту их обнаружения.

Классификация качества воды, проведенная на основе значений УИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности.

В рамках прохождения производственной практики студентами-экологами КГАСУ, обучающимися по направлению подготовки «Техносферная безопасность», проведена оценка качества воды по нескольким показателям [2]. Это позволило закрепить, расширить и систематизировать знания, полученные при изучении специальных дисциплин в ВУЗе, и на основе анализа деятельности предприятия «Средволгаводхоз» приобрести первоначальный практический опыт.

В ходе мониторинга, проводившегося в гидрохимической лаборатории «Средволгаводхоз», проведены исследования по всем показателям качества воды. На основании полученных данных была сделана экологическая оценка состояния водных объектов РТ.

В 2017 г. мониторинг загрязнения Куйбышевского водохранилища проводился в 10 населенных пунктах, 15 створах, а Нижнекамского – в 1 пункте, в 1 створе. Средние значения коэффициента комплексности загрязненности поверхностных вод во всех створах наблюдений изменялись от 15,5% до 47,3%, что свидетельствует о том, что загрязненность определялась не единичными ингредиентами, а группой загрязняющих веществ. Воды Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ по коэффициенту комплексности относились ко 2 категории загрязненности, за исключением Куйбышевского водохранилища (р. Волга) в районе г. Казани и с. Верхний Услон, в данных пунктах воды относятся к 3 категории загрязненности [3,4].

Состояние поверхностных вод Куйбышевского и Нижнекамского водохранилища по сравнению с предыдущим годом улучшилось, результаты мониторинга приведены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка качества поверхностных вод
Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ

Пункт контроля	Класс качества	
	в 2016г	в 2017г
Куйбышевское водохранилище		
г. Зеленодольск	4 «а» грязные	3 «б» оч. загрязненные
г. Казань	4 «а» грязные	3 «б» оч. загрязненные
с. Верхний слон	4 «а» грязные	3 «б» оч. загрязненные
г. Набережные Челны	3 «а» загрязненные	3 «а» загрязненные
г. Нижнекамск	3 «а» загрязненные	3 «б» оч. загрязненные
г. Чистополь	3 «а» загрязненные	3 «б» оч. загрязненные

г. Лаишево	3 «б» оч. загрязненные	3 «а» загрязненные
прист. Красное Тенишево	3 «б» оч. загрязненные	3 «а» загрязненные
н.п. Заовражные Каратаи	3 «б» оч. загрязненные	2 слабо загрязненные
г. Тетюши	3 «б» оч. загрязненные	3 «б» оч. загрязненные
Нижнекамское водохранилище		
с. Красный Бор	3 «б» оч. загрязненные	3 «а» загрязненные

Большое число определяемых ингредиентов являлись загрязняющими. Превышение ПДК наблюдалось по 12 из 15 основных загрязняющих веществ. Для соединения меди, марганца, азота нитритного, азота аммонийного в течение года загрязненность воды определялась как «характерная», для соединений железа – как «устойчивая».

По комплексным оценкам в 2017 году для воды в реке Казанка характерно повышенное содержание сульфатных ионов, которые уже несколько лет являются критическим показателем загрязненности воды [4].

Таблица 2

Максимальные превышения ПДК в водах Куйбышевского водохранилища

Ингредиенты	Значение ПДК, мг/л	Превышения ПДК (доли)	
		2016 г.	2017 г.
Медь	0,001	7,3	4,1
Железо	0,1	2,5	3,6
Фенолы	0,001	1,1	1,5
Марганец	0,01	1,4	4,8

Таблица 3

Характеристика загрязненности поверхностных вод

Пункт контроля	Класс качества	
	2016 г.	2017 г.
р. Казанка- Казань	4 «б» грязные	4 «а» грязные
р. Меша- Пестрецы	3 «б» оч. загрязненные	3 «б» оч. загрязненные
р. Берсут- Урманчеево	3 «а» оч. загрязненные	3 «б» оч. загрязненные

Таким образом, сравнительный анализ экологического состояния водных объектов 2016 – 2017г. показал, что поверхностные воды РТ являются

загрязненными и не отвечают требованиям хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Для улучшения качества воды необходимо повысить ответственность субъектов предприятий-загрязнителей за нарушение экологических правил. Необходим строгий контроль со стороны экологической полиции за работой очистных сооружений промышленных предприятий, нарушение режима хозяйствования в водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах водных объектов.

Литература:

1. Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Ничипорова И.П. и др. - РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.- СПб.:Гидрометеоиздат, 2002.- 49 с.
2. Спирина О.В., Белосохова Д.С. Гидрохимическое исследование природных вод на содержание нефтепродуктов - Сборник трудов VIII международного конгресса «Чистая вода».- Казань: ООО «Новое знание», 2017.- с.218-221
3. Алексеева И.К., Ганина Т.Г., Зарипова М.С. и др. – Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории РТ за 2017г. Изд.: ООО «Веда», 128с
4. Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П. и др. - Качество поверхностных вод Российской Федерации. Информация о наиболее загрязненных водных объектах Российской Федерации (приложение к Ежегоднику за 2016 г.)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ПАРКОВ «ЧЕРНОЕ ОЗЕРО» И «ЛЕНИНСКИЙ САД» Г.КАЗАНИ

Тагиров Рамис Марселевич, младший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования почвенных показателей (рН, гумус, NPK) и подвижных форм тяжелых металлов (Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr) верхнего слоя (0–10 см) почвенного покрова парков «Черное озеро» и «Ленинский сад» г. Казани.

Ключевые слова: тяжелые металлы, физико-химические и химические свойства почвы, городские почвы.

Городская система, в отличие от естественной, в большей степени зависима от действий человека. В связи с этим, сохранение участков природных экосистем (пригородных лесов) и поддержание оптимального состояния существующих искусственных насаждений (парков, скверов) имеет огромное значение для психологического комфорта, удовлетворения эстетических запросов населения, культурного досуга и отдыха людей [1]. Оптимальное и долговечное функционирование урбофитоценозов зависит от физико-химических свойств почв, знания которых позволит сократить риск негативных последствий в зеленом градостроительстве [2].

Цель работы: Изучить физико-химические и химические свойства почвенного покрова парков «Черное озеро» и «Ленинский сад», а также определение уровня загрязнения почвы подвижными формами тяжелых металлов, и оценка их состояния в сравнении с ПДК.

Объектом исследования были выбраны почвы парков «Черное озеро» и «Ленинский сад» г. Казани, находящиеся на пересечении улиц Держинского и Лобачевского. На территории каждого парка, было отобрано 32 точечных образца. Для анализа состояния почвенного покрова парка, определяли следующие показатели: водородный показатель (рН) по ГОСТ 26423-85, органическое вещество по методу Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91, щелочногидролизующий азот по Корнфилду, фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) методом Кирсанова в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26207-91, измерения массовой доли подвижных форм металлов атомно-абсорбционным анализом по РД 52.18.289-90.

Таблица 1

Физико-химическая характеристика почвенного покрова парков

Почвенный показатель	M	St.err.	Min	Max	St.dev.	CV, %
Парк «Черное озеро»						
рН водный (n=32)	7,31	0,14	6,11	7,76	0,47	6,49
Гумус % (n=12)	9,98	0,72	6,50	15,80	2,49	24,94

N, (мг/100 г) (n=12)	17,65	0,86	12,60	22,40	2,99	16,94
P, (мг/100 г) (n=12)	4,33	0,44	2,17	8,30	1,53	35,37
K, (мг/100 г) (n=12)	1,32	0,09	0,77	1,67	0,30	22,60
Zn, (мг/кг)(n=12)	17,62	3,6	1,21	43,34	12,56	71,29
Pb, (мг/кг)(n=12)	5,3	1,24	0,15	14,05	4,31	80,42
Cd, (мг/кг)(n=12)	0,08	0,01	0,02	0,19	0,05	59,58
Ni, (мг/кг)(n=12)	0,38	0,09	0,03	0,92	0,31	82,27
Co, (мг/кг)(n=12)	0,18	0,05	0,01	0,65	0,19	102,46
Cr, (мг/кг)(n=12)	0,36	0,069	0,02	0,73	0,23	65,22
Парк «Ленинский сад»						
pH водный (n=32)	7,81	0,12	6,60	8,07	0,40	5,12
Гумус %(n=12)	12,03	0,61	7,90	15,00	2,11	17,52
N, (мг/100 г) (n=12)	21,86	1,44	12,60	29,40	5,01	22,89
P, (мг/100 г) (n=12)	4,85	0,43	1,27	7,82	1,51	31,10
K, (мг/100 г) (n=12)	2,4	0,2	1,40	3,2	0,6	25,22
Zn, (мг/кг)(n=12)	11,00	1,88	3,60	28,61	6,53	59,38
Pb, (мг/кг)(n=12)	3,49	0,65	1,15	9,40	2,27	65,18
Cd, (мг/кг)(n=12)	0,09	0,01	0,01	0,19	0,06	63,78
Ni, (мг/кг)(n=12)	0,22	0,05	0,02	0,52	0,18	81,40
Co, (мг/кг)(n=12)	0,21	0,04	0,02	0,54	0,16	74,86
Cr, (мг/кг)(n=12)	0,20	0,05	0,01	0,68	0,18	90,21

(*M*—среднее, *St.err.* — ошибка среднего, *Min.*—минимальное значение, *Max.* —максимальное значение, *St.dev.* — стандартное отклонение, *CV*—коэффициент вариации).

В почвах обоих парков значения pH водной вытяжки варьирует от слабокислой до щелочной реакции среды. Содержания гумуса в почвах парков очень высокое. Это объясняется приносом почвенно-торфяной смеси на поверхность газонов в процессе рекультивации, проводимой на территории парков. В связи с высоким содержанием гумуса в почвах, наблюдается высокое содержания доступного для растений азота, и очень низкая обеспеченность обменным калием. Дефицит фосфора связан, во-первых, с тем, что в городе (из-за уборки листьев) нет естественных путей его возобновления, во-вторых — благоприятной реакцией среды для доступности фосфат ионов для растений является слабокислая среда, а подавляющая часть почв обоих парков слабощелочная. Содержание изученных тяжелых металлов варьирует в широких пределах. Участки с превышения ПДК наблюдаются по таким элементам как цинк и свинец, и, так как в центре города нет зон с крупными промышленными предприятиями, то единственно возможным источником загрязнения является автомобильный транспорт.

Значение реакции среды почв парка «Черное озеро» варьирует от слабокислой до близкой к нейтральной, почвы парка «Ленинский сад»

относятся к слабощелочным и щелочным. Оба парка отличаются высоким содержанием гумуса и доступного азота в почвах, но обеднены подвижным фосфором и обменным калием. Оценка уровня загрязнения почв подвижными формами тяжелых металлов показала, что содержание Cd, Co, Ni, Cr не превышает ПДК. Превышения в сравнении с ПДК наблюдаются, по Zn от 1,5 до 2 раз, а по Pb в 1,5 раза.

Литература:

1. Попова, Л.Ф. Химическое загрязнение урбоэкосистемы Архангельска / Л.Ф. Попова. —Архангельск, 2014.— 231 с.
2. Федорец, Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. —Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2009. — 84 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ НАГРУЗКИ НА АКТИВНЫЙ ИЛ С УЧЕТОМ
КОЭФФИЦИЕНТА НЕРАВНОМЕРНОСТИ**

Филиппов Антон Владимирович, обучающийся

Кирсанов Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация: при расчетах технологических и геометрических параметров сооружений биохимической очистки производственных сточных вод с часто меняющейся нагрузкой (предприятия химической отрасли и др.) для более результативного регулирования при эксплуатации техпроцесса предложено ввести коэффициент неравномерности нагрузок на биосистемы.

Ключевые слова: аэрация, сточные вода, активный ил, поллютанты, биоокисление, нагрузка, концентрация, окислительная мощность.

Производственные сточные воды (СВ) предприятий химии, нефтехимии, нефтепереработки и др. отраслей современной промышленности отличаются резкими во времени изменениями концентраций загрязняющих веществ - изменениями нагрузок на очистные сооружения и, в частности, на микроорганизмы активного ила (АИ) в биотехнологиях. В статье предложены расчетные формулы для определения нагрузки на АИ (показателя, на основе которого определяется окислительная мощность аэротенка, период аэрации и другие, определяющие процесс биоокисления параметры) с учетом колебаний нагрузок во времени по основному показателю, идентифицирующему суммарную концентрацию органических (кроме азотосодержащих соединений) и большинства минеральных загрязнений – химическому потреблению кислорода (ХПК). Выражается эта величина в мг или г загрязнений (БПК, ХПК или другого конкретного поллютанта) на 1 г сухого вещества АИ в 1 час или в 1 сутки. Но известно, что в окислении ЗВ принимает участие только органическая часть активного ила, поэтому необходимо рассматривать нагрузку на органическую (беззольную) составляющую ила [2]. Нагрузка на ил имеет физический смысл и свидетельствует только о том, что определенное количество загрязнений приходится на ил. Нагрузка на ИЛ зависит от концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в исходном стоке, дозы (концентрации) ила, времени окисления (времени аэрации) и качества ИЛА (качество ила обуславливается многими факторами – возрастом ила, концентрацией ила (рабочей дозой ила), соотношением органической и неорганической части или зольностью ила и пр.). Но увеличение рабочей дозы АИ в биореакторе сверх определенной и оптимальной величины, невозможно с точки зрения ведения биотехнологии и, прежде всего, - риска ухудшения процесса разделения иловой смеси после биореактора во вторичных отстойниках или илоотделителях другой конструкции. Для определения параметров, связанных с ограничением рабочей дозы АИ в биореакторе и

возможностью его последующего разделения во вторичных отстойниках, введен показатель – иловый индекс (объем ИЛА, мл, занимаемый илом после 30-минутного отстаивания, соотношенного с 1 г сухого вещества ИЛА). Рабочая доза АИ в биореакторе варьируется в зависимости от оптимальной нагрузки на ил, обеспечивающей необходимую степень биодеструкции ЗВ и, с другой стороны, от способности ИЛА к седиментации, идентифицируемой величиной илового индекса. Наиболее распространенным в биотехнологиях интервалом рабочей дозы АИ является значение 3 – 5 г/л. И тот и другой технологический фактор способствует формированию более компактного и хорошо седиментирующего ила во вторичных отстойниках [3]. Средняя нагрузка на ил – количество поступающих в биореактор ЗВ в единицу времени, приходящееся на единицу массы ила. Количество поступающих ЗВ выражается в мг или г загрязнений (ХПК или БПК_п в случае нескольких приоритетных загрязнений, или концентрации какого-либо приоритетного поллютанта), единица массы ила в граммах сухого вещества ила или в граммах сухого беззольного вещества ила. Последнее выражение предпочтительнее, так как в биоокислении участвует только беззольная (органическая составляющая массы ила). Среднюю нагрузку на активный ил V_x можно определить в соответствии с методикой СНиП 2.04.03-85 (Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения), основываясь на снижении БПК₅ и (или) снижении ХПК, используя следующие зависимости [1]:

$$V_x = (\text{БПК}_5^{\text{BX}} - \text{БПК}_5^{\text{ВЫХ}}) / X_B (1 - S_{\text{аи}}) t_{\text{ат}}, \quad (1)$$

где БПК₅^{ВЫХ} и БПК₅^{ВЫХ} – БПК₅ поступающей в биореактор и выходящей СВ, мгО₂/л или г/м³; X_B – концентрация активного ила (биомассы), г/л (если БПК₅^{ВЫХ} выражена в мгО₂/л) или г/м³ (если БПК₅^{ВЫХ} выражена в гО₂/м³); $S_{\text{аи}}$ – зольность ила, доли единицы; $t_{\text{ат}}$ – время нахождения субстрата в биореакторе (время аэрации), час.

Но зависимость (1) может быть использована для бытовых (коммунальных) СВ, которые отличаются постоянством состава и концентраций ЗВ, а для многих производственных СВ характерной особенностью является присутствие трудноокисляемых поллютантов, определяемых по ХПК. Кроме того, остаточная концентрация ЗВ, определяемая по форм. (1) (в данном случае по БПК₅^{ВЫХ}), непосредственно не связана с нагрузкой на ил. Нагрузка на ил зависит от концентрации ЗВ на входе в биореактор и, опосредованно, через концентрацию АИ и время биодеструкции, связана с конечной концентрацией (БПК₅^{ВЫХ}). Поэтому, необходимо зависимость для расчета нагрузки на ил изменить с учетом следующих поправок:

- 1) не учитывать величину остаточной концентрации ЗВ;
- 2) концентрацию ЗВ оценивать не по величине БПК, а по величине ХПК, как показателю, учитывающему концентрацию не только средне- и легкоокисляемых соединений, но и трудноокисляемых [3].

В данном случае формулу по определению V_x можно записать в следующем виде:

$$V_x = (\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{ВЫХ}}) / X_B (1 - S_{\text{аи}}) t_{\text{ат}}, \quad (2)$$

где $X_{ПКвхср.}$ – $X_{ПК}$ сточной воды на входе в биореактор, среднеарифметическое между максимальным $X_{ПК^{BX}_{max}}$ и минимальным $X_{ПК^{BX}_{min}}$ значением в разовых пробах за время нахождения СВ в сооружениях, где осуществляется предварительная перед биореактором очистка (может быть 1 – 6 час) ($X_{ПК^{BX}_{ср.}} = (X_{ПК^{BX}_{max}} + X_{ПК^{BX}_{min}})/2$) [4].

Зависимость (2) может применяться для определения нагрузок на АИ в условиях эксплуатации биотехнологий для очистки бытовых СВ или некоторых производственных СВ, отличающихся стабильной нагрузкой, не превышающей регламентные значения. Для остальных производственных СВ с меняющейся и резко превышающей регламентные значения нагрузкой (СВ химических, нефтехимических, нефте- газоперерабатывающих, ресурсодобывающих, перерабатывающих, металлургических, оборонных и многих других производств) для более объективного определения V_x предлагается ввести коэффициент неравномерности нагрузок по $X_{ПК}$ $k_n^{X_{ПК}}$. $k_n^{X_{ПК}}$ определяются по следующей зависимости:

$$k_n^{X_{ПК}} = (X_{ПК^{BX}_{max}} + X_{ПК^{BX}_{min}}) / X_{ПК^{BX}_{регл.}} \quad (3)$$

где $X_{ПК^{BX}_{max}}$, $X_{ПК^{BX}_{min}}$ и $X_{ПК^{BX}_{регл.}}$ - соответственно $X_{ПК}$ в разовой пробе перед биореактором максимальное, минимальное и регламентное. Коэффициент $k_n^{X_{ПК}}$ может иметь различные значения, величина которого пропорциональна нагрузке на биоценоз АИ ($k_n^{X_{ПК}} \leq 1,0$ – нагрузка равномерная; $k_n^{X_{ПК}} \geq 1,0$ – нагрузка неравномерная) [4].

Формула (2) с учетом $k_n^{X_{ПК}}$ примет следующий вид:

$$V_x = (X_{ПК^{BX}_{ср.}}) / X_b(1 - S_{аи}) t_{ат}] + \exp(k_n^{X_{ПК}}), \quad (4)$$

Формула (4) учитывает концентрацию средне-, трудноокисляемых ингредиентов сточных вод и изменение нагрузки на входе в биореактор (аэротенк, биофильтр) [4].

Литература:

1. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85.
2. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: АКВАРОС, 2003.-512 с. – ISBN 5-901652-05-3/
3. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2010, 264 с.
4. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы/В.В.Кирсанов. - Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.- 496 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТРЕХКОРИДОРНОГО АЭРОТЕНКА ДЛЯ БИООЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД С НЕСТАБИЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПОЛЛЮТАНТОВ

Филиппов Антон Владимирович, обучающийся

Кирсанов Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева»

Аннотация: в методику расчета технологических и геометрических параметров трехкоридорного аэротенка для очистки производственных сточных вод, отличающихся неравномерностью концентраций поллютантов, предлагается ввести коэффициент неравномерности нагрузок, что позволит использовать методику при проектировании и эксплуатации биосистем.

Ключевые слова: аэротенк, неравномерность нагрузки, время регенерации, прирост ила, объем регенератора, степень рециркуляции.

В условиях эксплуатации современных предприятий, особенно химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей, производственные сточные воды (СВ) отличаются нестабильной концентрацией загрязняющих веществ, что негативно отражается на эффективности биологической очистки данных сбросных вод. Аномальные залповые сбросы поллютантов вызывают подавление ферментативной деятельности микроорганизмов и, иногда – даже к их лизированию. Существующая методика СНиП 2.04.03-85 (Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения) [1] более подходит при расчетах систем биоочистки СВ со стабильной нагрузкой (для бытовых сточных вод), применение указанной методики не целесообразно для расчета параметров биосистем очистки производственных СВ. Наиболее широкое применение в отечественной практике очистки производственных СВ получили аэротенки трехкоридорного типа с совмещенной зоной регенерации.

1. Расчет требуемого времени окисления в биосистеме (аэротенк + вторичный отстойник).

Требуемое время окисления в биосистеме в соответствии с методикой СНиП 2.04.03-85 определяется по формуле [1]:

$$t_{\text{ат}}^{\text{биос.}} = (\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{вх}} - \text{БПК}_{\text{п}}^{\text{вых}}) / [R \cdot X_{\text{в}}^{\text{рег.}} \cdot (1 - S_{\text{аи}}) \cdot r_{\text{с}}^{\text{хпк}}], \quad (1)$$

где $\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{вх}}$ и $\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{вых}}$ – $\text{БПК}_{\text{п}}$ соответственно на входе и выходе из биосистемы; R – степень рециркуляции АИ в биосистеме; $X_{\text{в}}^{\text{рег.}}$ – концентрация АИ в регенерационной зоне; $S_{\text{аи}}$ – зольность ила (в долях единицы); $r_{\text{с}}^{\text{хпк}}$ – средняя скорость окисления. В форм. (1) не учитывается неравномерность нагрузок и залповые аномальные сбросы, часто встречающиеся в условиях эксплуатации систем биоочистки производственных СВ. Поэтому, в форм. (1) (и в другие последующие формулы данной методики) предлагается ввести коэффициент неравномерности нагрузок по ХПК $k_{\text{н}}^{\text{хпк}}$, который можно определить по следующей зависимости:

$$k_n^{XPK} = (XPK_{max}^{BX} + XPK_{min}^{BX}) / XPK_{regl.}, \quad (2)$$

где XPK_{max}^{BX} , XPK_{min}^{BX} и $XPK_{regl.}^{BX}$ - XPK в разовой пробе на входе в аэротенк; значение соответственно максимальное, минимальное и допустимое по регламенту. Кроме того, для более объективной и оперативной идентификации нагрузок на биосистему предлагается вместо БПК_п ввести разовое значение XPK (XPK_{max}^{BX} , XPK_{min}^{BX} , $XPK^{ВЫХ}$ и $XPK_{regl.}^{BX}$), а XPK_{cp}^{BX} (XPK в усредненной пробе на входе в аэротенк) определять из двухразовых проб как среднеарифметическое:

$$XPK_{cp}^{BX} = (XPK_{max}^{BX} + XPK_{min}^{BX}) / 2, \quad (3)$$

Итак, с учетом предложенных изменений, необходимое время окисления в биосистеме вычисляется по следующей формуле, t_{at} , час [3]:

$$t_{at}^{биос.} = (XPK_{cp}^{BX} - XPK_{regl.}^{ВЫХ}) / [R \cdot X_B^{рег.} \cdot (1 - S_{аи}) \cdot r_c^{XPK}] + \exp(k_n^{XPK}), \quad (4)$$

Достаточное усреднение концентраций остаточных ЗВ, с целью повышения оперативности, берется разовая проба на XPK [3].

Где R (степень рециркуляции АИ в биосистеме) – определяется по формуле:

$$R = X_B^{рег.} / [(1000/J) - X_B]; \quad (5)$$

$X_B^{рег.}$ – (г/дм³), определяется по формуле:

$$X_B^{рег.} = X_B [(1/2R) + 1]; \quad (6)$$

X_B – концентрация (доза) АИ в аэротенке, г/дм³; J - иловый индекс, см³/г, можно определить по следующей формуле (или экспериментально):

$$J = V_i^{30} / X_B^{с.м.}, \quad (7)$$

где V_i^{30} – объем ила после 30-минутного отстаивания в цилиндре, %; $X_B^{с.м.}$ – концентрация ила по сухой массе, г/дм³; $S_{аи}$ – зольность ила, доли единицы (задается или определяется лабораторным методом); r_c^{XPK} – вычисляется по следующей формуле: $r_c^{XPK} = (XPK_{cp}^{BX} - XPK_{regl.}^{ВЫХ}) / [X_B(1 - S_{аи}) t_{at}] R + \exp(k_n^{XPK})$, или предварительно задается и затем в процессе эксплуатации уточняется.

2. Определение необходимого времени окисления в аэротенке

Необходимое время окисления в аэротенке $t_{at}^{aэp}$ определяется по формуле:

$$t_{at}^{aэp} = (2,5 \sqrt{X_B}) I_g (XPK_{cp}^{BX} / XPK^{ВЫХ}) + \exp(k_n^{XPK}), \quad (8)$$

3. Определение времени регенерации

Время регенерации $t_{at}^{рег.}$ вычисляется по следующей формуле:

$$t_{at}^{рег.} = (t_{at}^{биос.} - t_{at}^{aэp}) \cdot k, \quad (9)$$

где k – поправочный коэффициент, учитывающий объем регенерационной зоны; определяется по следующей таблице (вводится для коридорных аэротенков с регулируемой зоной регенерации) [1]:

4. Определение объема аэротенка $V_{aэp}$ без регенератора

$$V_{aэp} = t_{at}^{aэp} \cdot Q, \quad (10)$$

где $t_{at}^{aэp}$ – время окисления в аэротенке, определяется по формуле (8) или задается и в процессе эксплуатации уточняется; Q – расход СВ.

5. Объем аэротенка совместно с регенерационной зоной $V_{aэp}^p$

$$V_{aэp}^p = t_{at}^{aэp} (1 + R) \cdot Q, \quad (11)$$

6. Объем регенерационной зоны $V_{рег.}$ определяется по следующей формуле:

$$V_{рег.} = t_{ат}^{рег.} \cdot R \cdot Q, \quad (12)$$

7. Определение прироста АИ

СНиП 2.04.03-85, ряд монографий и учебно-методической литературы в области биотехнологий рекомендуют следующую формулу для определения прироста активного ила F_{sp} :

$$F_{sp}=0,8 \cdot X_{\text{аэр.}}^{\text{ВХ}} + K_{\text{пр}} \cdot \text{БПК}_{\text{п}}^{\text{ВХ}}, \quad (13)$$

где $X_{\text{аэр.}}^{\text{ВХ}}$ – концентрация взвешенных веществ в поступающих в аэротенк СВ, мг/см³; $K_{\text{пр}}$ – коэффициент прироста АИ, для городских СВ при проектировании принимается равным 0,3; $\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{ВХ}}$ – $\text{БПК}_{\text{п}}$ на входе в аэротенк.

Форм. (13) применима для бытовых СВ; для производственных СВ в данную формулу целесообразно ввести ХПК – показатель, от соотношения которого с БПК зависит прирост ИА, так как данное соотношение характеризует концентрацию трудноокисляемых поллютантов [2]. Кроме того, прирост ила будет зависеть от неравномерности нагрузок и от залповых аномальных сбросов, - чем больше значение данных показателей (идентифицируемых как $k_{\text{н}}^{\text{ХПК}}$), тем меньше прирост ила. С учетом приведенных поправок окончательную зависимость для определения прироста ила в биосистеме предлагается записать в следующем виде:

$$F_{sp}=[0,8 \cdot X_{\text{аэр.}}^{\text{ВХ}} + K_{\text{пр}} \cdot (\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{ВХ.с.с.}} / \text{ХПК}^{\text{ВХ.с.с.}})] \cdot \exp(-k_{\text{н}}^{\text{ХПК}}), \quad (14)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент прироста ила для производственных СВ с соотношением ХПК/БПК_п перед аэротенками < 0,3 предлагается принять 0,2; если ХПК/БПК_п перед аэротенками - 0,3 - 0,5, то $K_{\text{пр}}$ принимается 0,1; $\text{ХПК}^{\text{ВХ.с.с.}}$, $\text{БПК}_{\text{п}}^{\text{ВХ.с.с.}}$ – ХПК, БПК полное, усредненные за 4 часа (за время нахождения СВ в сооружениях механической и физико-химической очистки, предшествующей биоочистке).

Литература:

1. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85.
2. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./Хенце М., Армоес П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир, 2004.- 480 с.
3. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2010, 264 с.
4. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы/В.В.Кирсанов. - Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.- 496 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ)**

Шагидуллин Рифгат Роальдович¹, доктор химических наук, директор;
Гилязова Алия Фаратовна¹, младший научный сотрудник;
Магдеева Алина Рашитовна¹, младший научный сотрудник;
Тунакова Юлия Алексеевна², доктор химических наук, профессор,
Шагидуллин Артур Рифгатович¹, кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ;

² ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева»

Аннотация: Предлагается метод планирования развития сети мониторинговых станций. Наиболее объективный перечень компонентов для анализа и территории для размещения станций определяются на основе результатов сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: мониторинг, расчет загрязнения, загрязнение атмосферы, выбросы, сводные расчеты.

Корректность организации сети мониторинговых станций является важнейшим фактором обеспечения экологической безопасности. Для ее планирования важно использовать наиболее объективные оценки загрязнения атмосферы города.

Существующие в настоящее время подходы по определению перечня компонентов для контроля устарели, так как базируются на косвенных параметрах, позволяющих лишь приблизительно оценить вероятность превышения той или иной примесью предельно допустимых значений [1]. На современном этапе возможно получение более точных оценок уровней загрязнения воздуха.

Во всем мире существует множество моделей расчета загрязнения атмосферы [2]. В РФ наиболее распространена методика, построенная на модели расчета распространения примесей ГГО им. А.И. Воейкова [3]. Преимущества применения этой модели в виде методов расчета рассеивания МРР-2017 [4] состоит в возможности применения полученных результатов в целях управления качеством атмосферного воздуха в соответствии с действующим законодательством. Таким образом, эффективным и современным способом оценки потенциальных уровней загрязнения воздуха города являются детальные расчеты на основе сводных баз данных параметров выбросов стационарных и передвижных источников. Однако, для применения результатов сводных расчетов в целях определения направлений развития сети инструментального мониторинга качества атмосферного воздуха необходима разработка четкой методологии, позволяющей выработать рекомендации по

зонам размещения станций и по перечням компонентов для проведения наблюдений.

Целью настоящего исследования является разработка методики применения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха для развития эффективной системы его мониторинга.

Для определения приоритетности примесей при проведении контроля загрязнения атмосферного воздуха был предложен непериодический набор опорных точек для расчета приземных концентраций. Расчетные точки определены в местах расположения детских дошкольных учреждений и школ, а также на территориях с повышенными требованиями к качеству атмосферного воздуха. Количество расчетных точек на единицу площади выбирается пропорционально плотности населения. Для г.Казань, таким образом, был сформирован набор из 98 расчетных точек.

Для проведения расчетов использовалась сводная база данных, сформированная по заказу Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. Сводная база данных г. Казань включает параметры выбросов 10 907 наиболее значимых стационарных источников, а также параметры выбросов автотранспортных потоков на 608 наиболее интенсивных участков дорог.

В сформированных расчетных точках на основе сводных баз данных параметров выбросов были проведены расчеты максимальных и среднегодовых приземных концентраций. Для проведения расчетов использовалась программа «Эколог-Город» вер.4.5 с дополнительным расчетным блоком для проведения расчета среднегодовых концентраций, разработанная ООО «Фирмой «Интеграл». Полученные ряды обработаны с целью определения статистических характеристик. Для определения приоритетности примеси для контроля по значениям максимальных или среднегодовых концентраций в каждом ряду определялось медианное значение концентрации. В итоговом перечне, примеси располагаются по возрастанию суммы мест в первых двух перечнях. Полученный приоритетный перечень компонентов для контроля на всей территории г.Казани представлен ниже (первые 15 позиций):

1. Диоксид азота
2. Сажа
3. Оксид азота
4. Оксид углерода
5. Диоксид серы
6. Сероводород
7. Смесь изомеров ксилола
8. Формальдегид
9. Пыль неорганическая: 70-20% SiO₂
10. Бенз/а/пирен
11. Бутилацетат
12. Бензин
13. Толуол

14. Этилацетат

15. Бензол

Необходимо отметить, что представленные результаты не учитывают пространственную дифференциацию уровней загрязнения атмосферного воздуха. При этом, учет такого эффекта в промышленных городах необходим.

Для реализации такого подхода в рамках предлагаемой методологии необходимо первоочередное определение приоритетных мест размещения станций. Как указывалось, загрязнение атмосферного воздуха характеризуется большим числом показателей (вектором значений концентраций различных примесей). Соответственно, для оценки степени приоритетности территории для проведения контроля загрязнения атмосферы должен быть выбран единый объективный показатель. Наиболее обоснованным в этом отношении представляется показатель риска [5,6].

С целью реализации такого подхода территория города была разделена на равноразмерные сектора, каждому из которых был соотнесен соответствующий набор расчетных точек из общего числа опорных точек. Для расчета вероятности обнаружения высоких концентраций в том или ином секторе города использовалась теорема Байеса. В нашем случае, это вероятность того, что высокие значения концентрации загрязняющего вещества будут наблюдаться в пределах определенной территории, при условии, что уровень загрязнения превысит определенное пороговое значение. В качестве порога использовалось значение нижнего квартиля ряда концентраций каждого вещества. Для каждого сектора рассчитывалось условная вероятность однократного, 2-х и 3-х кратного превышения выбранного порога. Полученные значения использовались для расчета уровня риска для данного сектора по формуле: $R = 1 - \exp(-\Sigma P)$, где ΣP – сумма вероятностей 1,2,3-х кратного превышения порога [7].

На основе результатов проведенных расчетов были определены зоны с наибольшей приоритетностью для размещения постов наблюдения – т.е. с наибольшим значением уровня риска.

С учетом характера исходной информации полученные результаты учитывают как пространственные характеристики вероятного поля приземных концентраций, так и планировочные особенности территории. Сопоставление полученных результатов с текущим территориальным распределением станций контроля загрязнения атмосферного воздуха говорит о целесообразности его корректировки.

На следующем этапе разработки программы развития станций контроля загрязнения атмосферы проводятся уточненные расчеты приоритетных перечней компонентов для инструментального контроля с учетом территориальной дифференциации поля загрязнения атмосферного воздуха.

Предложенный подход представляет собой формализованный алгоритм создания территориальной системы станций контроля загрязнения атмосферного воздуха. Расчеты основываются на наиболее комплексном из доступных банке данных об уровне загрязнения атмосферного воздуха

(сводных базах данных), что обеспечивает легитимность исходной информации и применимость предлагаемой методологии для территорий субъектов РФ и стран со схожей системой нормирования выбросов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-48-160045.

Литература:

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы, Госкомгидромет СССР, 573 с.
2. Modelling of environmental processes // P.Baltrenas, ... - Vilnius: Technika, 2015
3. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы // Берлянд М.Е. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985
4. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (утверждены Приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273)
5. Examination of Risk-Based Screening Values and Approaches of Selected States. The Interstate Technology & Regulatory Council Risk Assessment Resources Team. – Washington - 2005. – P. 151.
6. Hanson, N. Comparison of population level and individual level endpoints to evaluate ecological risk of chemicals / N. Hanson, J.D. Stark // Environ. Sci. Technol. - 2012. – V. 46, N. 10. - P.5590-5598.
7. Шагидуллина Р.А. Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в компонентах урбоэкосистем. / дис. д-ра хим. наук. Казань, 2015. – 321 с.
8. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
9. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

МАРКЕР АЭРО-ТЕХНОГЕННОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УРБОЭКОСИСТЕМУ

Григорьева Ирина Геннадьевна¹, доцент

Шагидуллина Раиса Абдулловна², доктор химических наук, начальник управления государственной экологической экспертизы и нормирования воздействия на окружающую среду

Валиев Всеволод Сергеевич³, старший научный сотрудник

Новикова Ксения Николаевна, ¹ обучающийся

¹ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ»

² Министерство экологии и природных ресурсов РТ

³ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: В результате процессов естественного самоочищения атмосферы за счет гравитационной седиментации и вымывания атмосферными осадками, атмосферные примеси попадают на поверхность почвенного покрова. Состав поверхностного слоя почв населенных мест формируется в результате многолетнего воздействия загрязненного атмосферного воздуха и отражает суммарное воздействие источников загрязнения, влияния метеорологических и других факторов, определяющих рассеивание компонентов выбросов, что использовалось в качестве маркера поступления металлов в урбоэкоцистему.

Ключевые слова: металлы, почвенный покров, урбоэкоцистема, маркер.

Урбоэкоцистема представляет собой комплекс взаимодействующих природных компонентов, связанных биогеохимическими потоками вещества. Почвенный покров, благодаря большой площади активной поверхности тонкодисперсной части, превращается в «депо» загрязняющих веществ аэрогенного происхождения и источник вторичного загрязнения атмосферного воздуха твердыми мелкодисперсными частицами. Многие исследователи отмечают, что почвенный покров представляет собой один из самых информативных объектов на территории урбоэкоцистемы. Геохимические аномалии, диагностируемые при экологическом мониторинге почвенного покрова характеризуют нарушения естественного протекания процессов в урбоэкоцистеме, поскольку устойчивость почвенного покрова к техногенному загрязнению является показателем устойчивости всей урбоэкоцистемы. Одним из наиболее экологически значимых процессов антропогенного преобразования почв урбоэкоцистемы является изменение их полиметаллического состава. В зависимости от физико-химических свойств почв и динамики почвенных процессов металлы либо аккумулируются в почвенном покрове, образуя слабоподвижные соединения, либо выносятся за пределы почвенного профиля находясь в подвижных формах и даже образуя более токсичные соединения, нарушают нормальное функционирование урбоэкоцистемы. На депонирование металлов в почве важнейшее влияние оказывает РН почвенного раствора. На

участках резкого повышения РН происходит накопление токсичных катионогенов (Pb, Cd, Cr, Co), обладающих высокой способностью к миграции в водной среде [1-4].

В результате проведенного исследования полиметаллического загрязнения почв г. Нижнекамска установлено, что уровень загрязнения почв по показателям подвижности существенно выше, чем по общему содержанию металлов. Известно, что подвижные формы металлов в почвенном покрове, которые не только активно включаются в круговорот и оказывают биологическое воздействие на организм, высока их доля в общем валовом содержании, а форма нахождения в виде водорастворимых солей свидетельствует об антропогенном происхождении металлов [5-8].

Анализ полученных коэффициентов концентрации подвижных форм металлов над соответствующими фоновыми значениями, показывают, что уровень загрязнения почв по показателям подвижности существенно выше, чем по общему содержанию металлов. Средняя величина по подвижным формам (СПЗ подв.) составляет 8.0, а максимальная 99.5, т.е. в 4.5 и 14 раз выше, чем соответствующие индексы загрязнения по валовым формам. Это обусловлено, во-первых, характерными формами поступления металлов в составе атмосферных выбросов предприятий НПУз, в которых исследуемые металлы присутствуют в геохимически активных соединениях, и, во-вторых, физико-химическими свойствами почв в загрязненных зонах, в которых геохимические условия миграции, формируемые под влиянием химического состава выбросов, отличаются от природных. Аэро-техногенные аномалии подвижных форм металлов сконцентрированы в селитебной зоне Нижнекамска (где их насчитывается не менее 8), а также по периметру промышленной зоны. В буферной зоне, отделяющей город от НПУз, ареалы загрязнения почв подвижными формами металлов также присутствуют, однако, по сравнению с селитебной и промышленной зонами, превышения фона в этих ареалах выражены значительно слабее. Здесь сказывается эффект геохимического «рассеивания» примесей, характерный не только для техногенных, но для и природных форм соединений большинства токсичных металлов.

Особую опасность для здоровья населения представляют высокие концентрации подвижных форм именно в селитебной зоне, в связи с чем, был проведен анализ соответствующих рисков. Была дана оценка риска высоких значений $СПЗ_{ТМп}$ среди аналитических точек, приуроченных к зонам расположения АСКЗА. В качестве порогов использовались значения 1, 16 и 32 СПЗ, по превышению которых рассчитывался относительный риск загрязнения почв. Результаты расчета представлены в табл.1.

Следует отметить, что согласно СанПиН 4266-87 «Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами», умеренно опасной признаются значения суммарного показателя загрязнения выше 16, опасной – выше 32, чрезвычайно опасной - выше 128. Согласно полученным данным, вероятнее всего, достижение СПЗ опасных

значений возможно в районе улиц Гагарина и Юности, меньше всего этому риску подвергаются районы улиц Молодежная и Ямьле.

Таблица 1

Риск высоких значений суммарного показателя загрязнения почв г. Нижнекамска при разных порогах превышения

Зона	R спз _{>1}	R спз _{>16}	R спз _{>32}
Спортивная	0,15	0,14	0,25
Сююмбике	0,15	0,14	0,00
Юности	0,17	0,29	0,50
Ямьле	0,11	0,00	0,00
Гагарина	0,22	0,29	0,25
Молодежная	0,09	0,00	0,00
Южная	0,11	0,14	0,00

Таким образом, установлен значительный вклад состава почвенного покрова в формирующееся хроническое воздействие загрязненной среды обитания на организм и может служить основой для оценки долгосрочных рисков воздействия среды на здоровье населения.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 3 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 119-121.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 2 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 115-118.
4. Тунакова Ю.А. Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 11. – С. 51-54.
5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

**РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЧАСТИЦ РМ
В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ)**

Шагидуллин Артур Рифгатович¹, кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Тунакова Юлия Алексеевна², доктор химических наук, профессор
Новикова Ксения Николаевна², обучающийся

¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. В работе предложены модели расчета концентраций мелкодисперсной фракции пыли РМ 2,5 в приземном слое воздуха на основе математических моделей, входными параметрами которых являются суммарное содержание пыли в воздухе и измеряемые на стационарных постах наблюдений за загрязнением атмосферы метеопараметры. Разработанные модели могут использоваться для развития системы управления качеством атмосферного воздуха в мегаполисе.

Ключевые слова: РМ 2,5, общая пыль, расчет содержания

Твердые частицы относятся к наиболее распространенным загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух городов, в основном в результате выбросов предприятий теплоэнергетики и автотранспорта. В отличие от газовых примесей, взвешенные частицы, или РМ (от английского Particulate Matter), являются сложной смесью многих компонентов. Наиболее опасной для здоровья является мелкая фракция, частицы РМ 2,5 (частицы с диаметром менее 2,5 мкм) и РМ 10 (частицы с диаметром менее 10 мкм). Опасность мелкодисперсной фракции пыли заключается еще и в том, что вследствие малых размеров она может находиться в воздухе долгое время и переносится на значительные расстояния, приводя к трансграничному загрязнению атмосферного воздуха [1,2].

Согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 года N 1316-р частицы РМ 2,5 подлежат государственному нормированию и государственному регулированию. Однако, на территории г. Казани функционируют только два поста наблюдений, определяющие содержание частиц РМ. В таких случаях недостающие данные можно получить расчетным путем [3-5]. Поэтому была поставлена задача разработки математических расчетных моделей для определения содержания самой мелкой фракции пыли - частиц РМ 2,5, имеющих наибольшее негативное влияние на здоровье жителей мегаполиса.

Как любая математическая модель, модель для расчета содержания частиц РМ должна принимать на вход некоторые данные и по ним рассчитывать требуемый параметр. Так как фракция частиц РМ 2,5 входит в

общее содержание пыли в атмосфере, то оно было использовано в качестве входного параметра. На основании проведенных исследований были выбраны следующие входные параметры:

- содержание общей пыли в атмосфере
- температура воздуха
- влажность воздуха
- атмосферное давление
- скорость ветра
- направление ветра
- коэффициент трансформации

Для построения математической модели были использованы ряды экспериментальных данных, являющиеся входами модели, связанные с выходом – содержанием $PM_{2,5}$. Это позволяет строить математические модели в виде модели регрессии [5,6].

На первом этапе была построена простейшая линейная модель.

$$PM_{2,5} = 0,000272 \times T + 0,000057 \times H + 0,000429 \times P - 0,001004 \times v + 0,000002 \times N + 0,005027 \times D + 0,002472 \times a_N - 0,325271 \quad (1)$$

Где: $PM_{2,5}$ – содержание в атмосферном воздухе мелкодисперсной фракции $PM_{2,5}$ (мг/м³); T – температура воздуха (С⁰); H – влажность воздуха (%); P – атмосферное давление (мм. рт. ст.); v – скорость ветра (м/сек); N – направление ветра (град.); D – содержание общей пыли в атмосфере (мг/м³); a_N – коэффициент трансформации (безразм.). Результаты оценки степени адекватности моделирования показали, что линейная модель является слабоадекватной (коэффициент детерминации $R^2=0,33$).

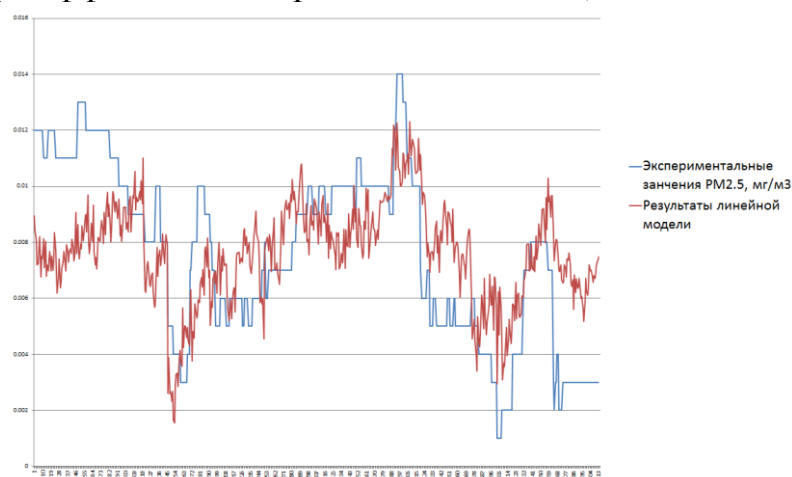


Рис. 1 Результат сопоставления расчетных (линейное моделирование) и экспериментальных данных содержания частиц $PM_{2,5}$

Поэтому было принято решение о построении нелинейных моделей. Однако мы столкнулись с проблемой технического характера: современные математические и статистические программные пакеты не позволяют строить нелинейные модели с числом входных параметров более трех. Для преодоления этой проблемы было принято решение представить нелинейные компоненты

модели как предварительно вычисленные поля имеющихся данных, и дополнение рядов данных этими полями. Тогда эту расширенную модель стало возможно представить как линейную. Ряды данных таким образом были дополнены следующими видами вычисленных полей:

Параметр (T, H, P, v, N, D, a_N); (Параметр)²; (Параметр)³; Ln (Параметр); $1/(\text{Параметр})$.

Было построено несколько моделей линейного вида на расширенных данных. Из них были выбраны наиболее адекватные. На рис. 2 проиллюстрированы сравнительные результаты модели смешанного типа:

$$PM_{2,5} = (-14413,944) + (-0,00065,467) * (5,467E-07) * T^3 + (-0,035) * 1/T + (0,00006) * H + (-3,871E-10) * H^3 + (0,034) * 1/H + (14,359) * P + (-4,222E-06) * P^3 + (4069132,448) * 1/P + (0,001) * V + (-0,003) * LN(V) + (-0,0009) * 1/V + (-0,00002) * N + (1,801E-10) * N^3 + (-0,0003) * 1/N + (-0,054) * D^3 + (-0,00015) * 1/D + (-0,006) * a_N + (0,003) * a_N^3 + (-0,0006) * 1/a_N \quad (2)$$

показавшей максимальный коэффициент детерминации, равный $R^2=0,69$.

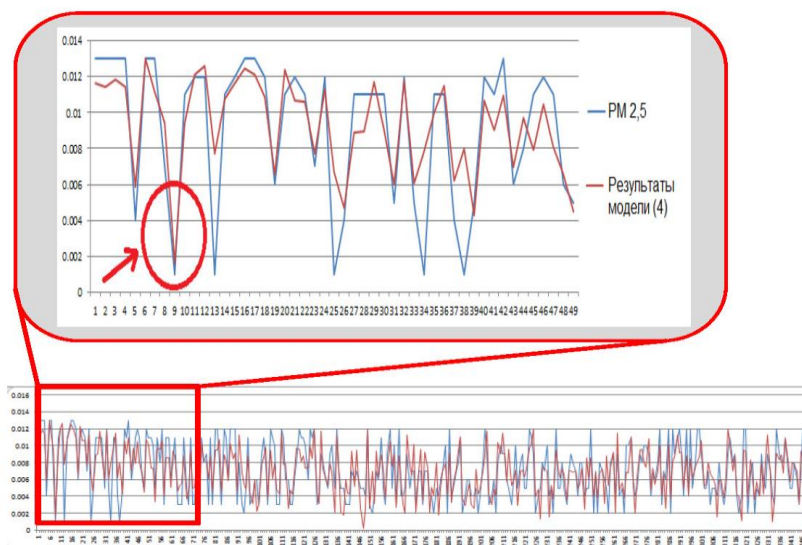


Рис. 2 Результат сопоставления расчетных (смешанное нелинейное моделирование) и экспериментальных данных содержания частиц $PM_{2,5}$

Наиболее близкой по адекватности к смешанной модели является кубическая модель:

$$PM_{2,5} = 6805,997 + (-0,0003) * T + (1,889E-06) * T^2 + (3,674E-07) * T^3 + (-0,0002) * H + (4,881E-06) * H^2 + (-2,738E-08) * H^3 + (-27,123) * P + (0,036) * P^2 + (-0,00002) * P^3 + (-0,0008) * V + (-0,00008) * V^2 + (0,00005) * V^3 + (3,190E-06) * N + (-1,556E-07) * N^2 + (4,423E-10) * N^3 + (4,827) * D + (-26,260) * D^2 + (43,656) * D^3 + (0,024) * a_N + (-0,042) * a_N^2 + (0,024) * a_N^3 \quad (3)$$

с коэффициентом детерминации $R^2=0,68$

Отличия в точности незначительные, но при этом структура модели гораздо проще. В дальнейшем при анализе и исследованиях удобнее использовать модель вида (3). Таким образом, кубическую модель вида (3)

можно рекомендовать для расчета содержания мелкодисперсной фракции $PM_{2,5}$ в природоохранной практике.

Литература:

1. Новикова С.В., Тунакова Ю.А. Использование нейросетевых технологий для целей прогноза высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах / Безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1 (121). С. 21-28.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С./ Методология нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зонах действия полимерных производств/Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 23. С. 147-151.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 3 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 119-121.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г.Нижнекамска). Сообщение 2 / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15, № 16. - С. 115-118.
5. Тунакова Ю.А. Шагидуллина Р.А., Шагидуллин А.Р. Расчет концентраций примесей, поступающих в приземный слой атмосферного воздуха с выбросами автотранспорта в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска)/ Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 11. – С. 51-54.
6. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Мухаметшина Е.С. Управление качеством урбоэкосистемы на основании оперативных данных расчетного экологического мониторинга / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. –2012. – № 4-1. – С. 264-270.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ

Шукарёва Полина Сергеевна, обучающийся

Платонова Марина Сергеевна, обучающийся

Собина Валентина Борисовна, обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполев-КАИ»

Аннотация: Потенциометрические методы рассмотрены с точки зрения контроля антропогенного воздействия, в частности, автотранспорта, на мегаполис. Потенциометрическое детектирование ионов свинца и кадмия с использованием ионселективных электродов экспериментально подтверждает возможность использования данного метода контроля в мониторинге состояния урбосистем.

Ключевые слова: автотранспорт, кислотность среды, тяжелые металлы, потенциометрическое детектирование

Электрохимические методы анализа селективны, поэтому являются наиболее оптимальными для определения тяжелых металлов в депонирующих средах. Контроль содержания вредных примесей является актуальным для мониторинга изменения качества состояния окружающей среды, вызванного антропогенным воздействием, значительная часть которого приходится на выбросы от автотранспорта [1]. Выхлопные газы двигателей содержат тяжелые металлы, такие как: мышьяк, кадмий, хром, медь, ртуть, никель, свинец, цинк, сурьма, кобальт, марганец, ванадий, барий, селен. Благодаря своим свойствам они хорошо задерживаются и накапливаются (депонируются) в снежном и почвенном слоях, и, поскольку почва обладает наименьшим потенциалом самоочищения из всех сред, оказывают негативное воздействие на окружающую среду [2].

Потенциометрические методы рассмотрены с точки зрения контроля антропогенного воздействия, в частности, автотранспорта, на мегаполис. Тяжелые металлы, особенно входящие в состав выбросов автомобилей свинец и кадмий, накапливаются в снежном покрове и почвах в зонах влияния автомагистралей. Потенциометрическое детектирование ионов свинца и кадмия с использованием ионселективных электродов экспериментально подтверждает возможность использования данного метода контроля в мониторинге состояния урбосистем.

Метод прямой потенциометрии позволяет проводить измерения содержания ионов кадмия и свинца в пробах снежного и почвенного покровов, являющихся депонирующими средами, в кратчайшие сроки при минимальном наборе аналитического оборудования, а также позволяет провести эксперимент с наименьшей погрешностью. Важным аспектом потенциометрического метода контроля некоторых тяжелых металлов (а именно ионов свинца и кадмия)

является этапность. Правильный подход к выполнению одного этапа сокращает процент погрешности измерений [3].

Концентрация тяжелых металлов в почве и в снегу зависит от множества факторов, но один из основных это кислотность среды, поэтому следующим этапом было определение рН среды. Аналитически [4] было установлено, что пробы снега соответствуют нормам кислотности. Также из экспериментальных данных следует, что такие металлы как свинец и кадмий присутствуют в депонирующих средах, но в малых концентрациях. Было установлено, что свинец и кадмий – это металлы-маркеры, которые присутствуют во всех типах выделений от автотранспорта (выхлопные газы, истирание тормозных колодок и покрышек) в количествах, больших по сравнению с другими металлами. Поэтому данный метод можно считать эффективным с точки зрения контроля качества депонирующих сред и мониторинга компонентов техносферы в целом, и депонирующих сред мегаполисов, в частности.

Литература:

1. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шпилова Р.Р., Тунакова Ю.А. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов / Научный журнал «Вестник Казанского технологического университета» Т. 16. № 19. 2013. Изд-во: КНИТУ, 2013. С. 71–75.
2. Егорова О.С., Буркеева Д.Р., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Оценка вклада автотранспортных потоков в загрязнение атмосферного воздуха г. Казани // Вестник Казан. технолог. ун-та, 2014. Т. 17. № 16. С. 141–143.
3. МУ 08-47/163 Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии [Текст]. Томск, 2007. 70 с.
4. Шумилова М.А., Садиуллина О.В. Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды на примере Ижевска // Вестник Удмуртского университета, 2011. Вып. 2. С. 91–96.

Направление 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 543.552.054.1

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВИНЦА В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ

Гумерова Гузель Ильдаровна, кандидат технических наук,
старший преподаватель,
Сибгатуллина Ольга Сергеевна, старший преподаватель,
Теляшева Лилия Рауфовна, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

Аннотация. В работе описана необходимость контроля соединений свинца в пробах депонирующих сред. Предложена методика количественного определения массового содержания свинца. Приведены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность данной методики.

Ключевые слова: свинец, электрохимические методы анализа, инверсионная вольтамперометрия.

В настоящее время аналитический контроль объектов окружающей среды является актуальным. Особое место среди загрязняющих веществ, поступающих в биосферу, занимают тяжелые металлы. Основными источниками их поступления в окружающую среду могут быть металлургические предприятия, химическая и нефтеперерабатывающая промышленности и автомобильный транспорт. Многие тяжелые металлы являются крайне токсичными для живых организмов. К таковым относится и свинец. В отличие от органических соединений, тяжелые металлы не подвергаются разложению в окружающей среде, а способны лишь перераспределяться между природными средами. В результате чего и происходит их накопление в депонирующих средах, таких как снег и почва. Основной источник свинцового загрязнения депонирующих сред - автомобильный транспорт, который использует этилированный бензин, стирание покрышек, топливо, которое подкапывает и конденсируется и многие другие факторы [1]. Уровни содержания тяжелых металлов в депонирующих средах зависят от окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств. Обычно с увеличением кислотности почвы подвижность тяжелых металлов возрастает. Металлы в почвах и снеге присутствуют в водорастворимой, ионообменной и адсорбированной формах. Водорастворимые формы представлены, как правило, нитратами, хлоридами, сульфатами и органическими комплексами [2].

Накопление свинца в депонирующих средах создает некоторые удобства для его определения, так как в этом случае упрощается процесс пробоподготовки и удешевляется сама процедура анализа.

В данной работе авторами для контроля содержания свинца в депонирующих средах был предложен метод инверсионной

вольтамперометрии, который является одним из чувствительных и универсальных в определении подобных компонентов [3].

Метод инверсионной вольтамперометрии основан на способности элементов, накопленных на поверхности рабочего электрода из анализируемого раствора, электрохимически растворяться при определенном потенциале, характерном для каждого элемента. Регистрируемый максимальный анодный ток элемента линейно зависит от концентрации определяемого элемента. Процесс электронакопления на рабочем электроде проходит при определенном потенциале электролиза в течение заданного времени. Процесс электрорастворения элементов с поверхности электрода и регистрация аналитических сигналов (в виде пиков) на вольтамперограмме проводится при меняющемся потенциале [4, 5].

Экспериментальная часть по определению свинца в модельных пробах была выполнена на комплексе аналитическом вольтамперометрическом СТА-1. Алгоритм проведения эксперимента на рисунке 1.

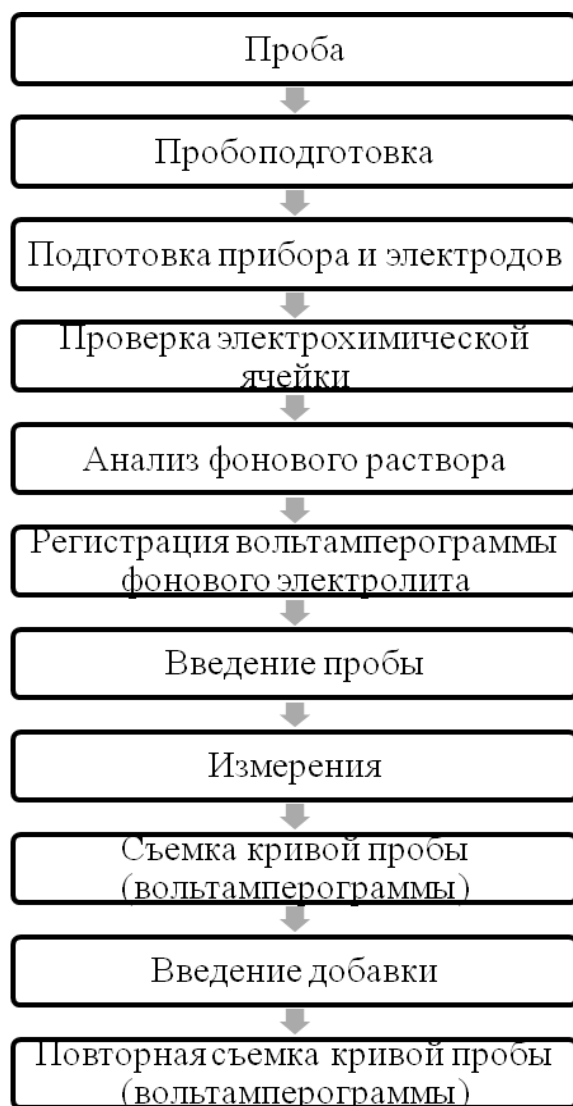


Рис. 1 – Алгоритм проведения эксперимента

Массовая концентрация свинца в пробе определялась по методу добавок аттестованных смесей свинца. В результате были получены вольтамперметрические кривые (рисунок 2).

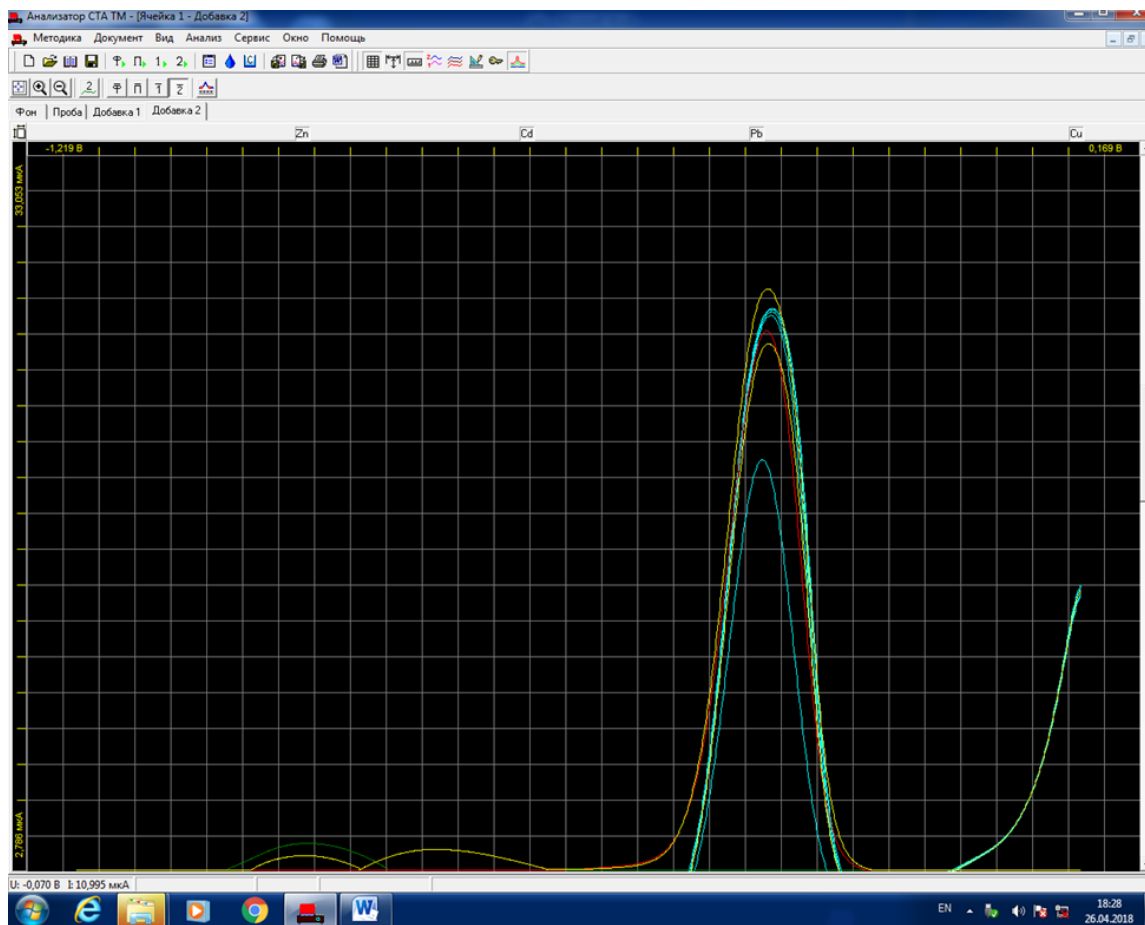


Рисунок 2 – Вольтамперные кривые при определении массовой концентрации свинца

Концентрация свинца вычислялась следующим образом :

Массовая концентрация каждого элемента в анализируемой пробе вычисляется по формуле:

$$X_i = \frac{I_1 * C_d * V_d}{(I_2 - I_1) * m} * \frac{V_{\text{мин}}}{V_{\text{ал}}}, \text{ мг/кг}$$

где:

X_i - содержание данного элемента в анализируемой пробе, мг/кг;

C_d - концентрация аттестованной смеси элемента, из которой делается добавка к анализируемой пробе, мг/ дм³;

V_d -объем добавки аттестованной смеси элемента, см³;

I_1 -величина пика элемента в анализируемой пробе, мкА;

$V_{\text{мин}}$ -объем минерализата, полученного растворением золы в известном объеме растворителя, см³;

$V_{ал}$ - объем аликвоты, взятой для анализа из минерализата, см³;

I_2 - величина пика элемента в пробе с добавкой аттестованной смеси, мкА;

m - навеска пробы, взятой для анализа, г, рассчитанная по формуле:

$$m = \frac{m_{пробы}}{V_{выт}} * V_{мин.выт,г};$$

где:

$m_{пробы}$ – масса пробы, взятой для приготовления вытяжки, г;

$V_{выт}$ - объем вытяжки, приготовленной из всей взятой массы пробы, см³;

$V_{мин.выт.}$ - объем вытяжки, взятой для минерализации, см³.

$$m = \frac{1}{1} * 1 = 1 \text{ г}$$

$$X_{свинца} = \frac{27,771 * 1 * 0,02}{(|27,274 - 27,771|) * 1} * \frac{1}{1} = 1,11754527 \text{ мг/кг}$$

В результате исследований экспериментально были определены концентрации свинца и сделано заключение, что данный метод позволяет контролировать содержание свинца в пробах депонирующих сред.

В результате исследований экспериментально были определены концентрации свинца и сделано заключение, что данный метод позволяет контролировать содержание свинца в пробах депонирующих сред.

Литература:

1. Н.М. Назмутдинова, О.С. Сибгатуллина, Г.И. Гумерова. Оценка влияния автотранспортных потоков на экологическое состояние придорожных полос г. Казани. / Сборник трудов научного симпозиума "Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий" Шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2017" С. 100 – 104
2. Балашова Е.И., Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И. Выбор и обоснование точек пробоотбора депонирующих сред вблизи автомобильных дорог г. Казани. / Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 65 – 71
3. Егорова О.С., Гумерова Г.И. Новый подход к экомониторингу городской среды // Сб. научных трудов молодых ученых (по материалам II

Республиканской молодежной экологической научной конференции, г. Казань, 7-8 апреля 2016 г.). - Казань: Изд. Академии наук РТ, 2016. – 192 с. – С. 31-40.

4. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С. Методика определения фенола в сточных и питьевых водах / Химия и инженерная экология: XVII Международная научная конференция, 27-29 сентября 2017 г.: Материалы конференции. Сборник статей. Казань: Изд-во «Бриг», 2017. – С 286-289

5. Егорова О.С., Гумерова Г.И. Способ определения тяжелых металлов в депонирующих средах // Химия и инженерная экология: Международная научная конференция, 25-27 сентября 2016 г.: Материалы конференции. Сборник статей. - Казань: Изд-во «Фолиант», 2016. - С. 362 – 366.

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ АНАЛИЗА ВОДОПРОВОДНЫХ ВОД

Изибаев Александр Владимирович, обучающийся
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: Приводится хроматографическое исследование водопроводных вод с использованием ионного хроматографа «СТАЙЕР».

Ключевые слова: вода, водопроводная вода, хроматограф, хроматография, компонентный состав.

Работа связана с контролем воды путем применения хроматографического метода анализа. Предпочтение ионной хроматографии объясняется тем, что этот метод имеет ряд таких достоинств, как возможность определять большое количество неорганических и органических веществ, а также возможность одновременно определять катионы и анионы, высокая чувствительность до 1 нг/мл, экспрессность и самое главное возможность провести анализ с более легкой предварительной пробоподготовкой. В качестве прибора для контроля воды выбран ионный хроматограф «СТАЙЕР». Ионный хроматограф «Стайер» предназначен для качественного и количественного анализа неорганических анионов: F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , Br^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , и др. в водных растворах и водах различного происхождения (природных, сточных, питьевых, в т.ч. бутилированных).

Основные особенности данного прибора:

- высокая чувствительность, воспроизводимость и скорость анализа (15 - 20 мин для основных анионов);
- возможность работы в одно- и двухколоночном вариантах ионной хроматографии;
- полимерный жидкостной тракт;
- возможность установки любых типов колонок;
- микропроцессорный контроль работы модулей системы;
- система подавления фоновой электропроводности;
- компьютерный комплекс сбора, обработки и хранения хроматографических данных.
- высокая надежность и простота обслуживания.

Относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала, не более:

- по площади пиков 4%;
- по высоте пиков 4%;
- по времени удерживания 0,6%.

В зависимости от назначения хроматограф может комплектоваться кондуктометрическим, спектрофотометрическим детекторами, изократическим насосом, петлевым дозатором, аналитическими колонками. В режиме ионной

хроматографии для повышения чувствительности анализов используется система электронного подавления [1-6]. Нами определялись концентрации анионов в водопроводной воде г.Казани. В качестве примера в таблице 1 приведен компонентный состав водопроводных вод Вахитовского района г. Казани.

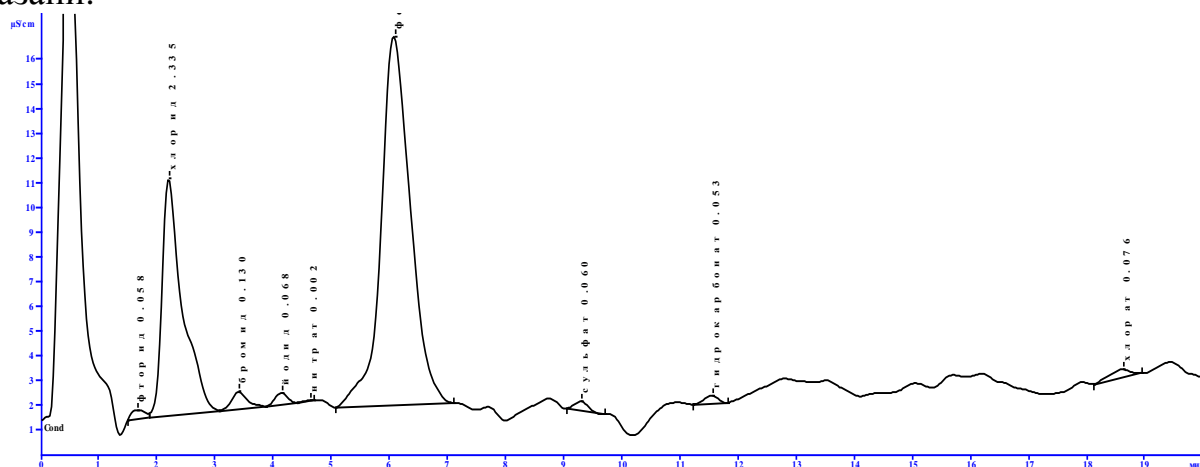


Рис. 1. Хроматограмма пробы водопроводной воды Вахитовского района г.Казани

Таблица 1.

Компонентный состав хроматограммы

Зона	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
ПДК мг/л	1,2-1,5	350	0,2	0,04-0,06	45	3,5	500
Проба	1,138	7,04	1,6	1,5	1,28	10,56	1,4

Отмечено превышение ПДК для иодид, бромид и фосфат-ионов, что требует доочистки вод в конечной точке потребления.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Чудакова О.Г., Галимова А.Р., Габдрахманова Г.Н. Хроматографический анализ с использованием полидивинилбензола на содержание анионов в питьевой воде //Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №1. С.54-56.
2. Чудакова О.Г., Бескровный Д.В. Метантенк как аппарат для получения топлива из промышленных отходов. Вестник Казанского технологического университета, 2016, Т. 19, № 18, с. 62-64.
3. Чудакова О.Г., Бескровный Д.В. Анализ и оценка сточных вод пивоваренного производства. Вестник Казанского технологического университета. 2015, Т. 18, № 16, с. 293-295.
4. Valeeva F.G., Zakharov A.V., Voronin M.A., Zakharova L.Ya., Kudryavtseva L.A., Isaikina O.G., Kalinin A.A., Mamedov V.A. Catalytic effect of supramolecular system based on cationic surfactant and monopodands in nucleophilic substitution of phosphorus esters. Russian Chemical Bulletin, 2004, T. 53, № 7, p. 1563-1571.

5. Чудакова О.Г., Желовицкая А.В., Тунакова Ю.А. Контроль содержания кислорода при аварийном спуске сточных вод кисломолочного производства. Вестник Казанского технологического университета, 2014, Т. 17, № 5, С. 144-145.
6. Чудакова О.Г., Желовицкая А.В., Тунакова Ю.А. Изучение количественного и качественного состава выделений при выпекании хлебобулочных изделий на неподвижной полиметилсилоксановой фазе // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №11. С. 222-224.

**ПЛАМЕННО-ИОНИЗАЦИОННЫЙ ГАЗОВЫЙ ХРОМАТОГРАФ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Линева Ольга Сергеевна, обучающийся
Изибаев Александр Владимирович, обучающийся
Мальцева Светлана Александровна, кандидат химических наук, доцент
Чудакова Оксана Геннадьевна, кандидат химических наук, доцент
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. Объектом исследования является сточная вода нефтехимических производств. В качестве метода контроля использован хроматографический метод определения органических веществ в сточной воде. Выявлено, что концентрация ксилола, бутилацетата, ацетона превышает нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения от 10 до 320 раз. Предложена комплексная очистка сточной воды нефтехимических производств с использованием аэробного биохимического метода.

Ключевые слова: сточная вода, хроматографический метод, концентрация, ксилол, бутилацетат, ацетон.

Эффективность методов обеспечения техногенной безопасности и инженерной защиты гидросферы и атмосферы [1-4] и инженерной защиты, направленной на предотвращение загрязнения окружающей среды отходами [5, 6], обеспечивает контроль загрязняющих веществ [7, 8]. В данной работе в качестве метода контроля загрязняющих веществ используется хроматографический метод определения органических веществ (предельных углеводородов C1-C10) в сточной воде с массовой концентрацией нефтепродуктов не менее 0,02 мг/дм³.

Объектом исследования является сточная вода нефтехимических производств. Сточные воды нефтехимических производств по своему составу различны не только для разных производств, но даже отдельных установок на одном и том же предприятии, что согласуется с табл. 1. Отметим, что основными загрязняющими веществами являются углеводороды и их производные.

Экспериментальная часть работы проведена на газовом хроматографе ФГХ-1 с переводом жидкой пробы в газовое состояние. Прибор зарегистрирован Государственном реестре средств измерений под №16615-07(сертификат RU.C.31.004.A №30175 от 23.01.2008). Все методики анализа аттестованы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6 [4] и внесены в Федеральный реестр. Эксперимент проводили в соответствии с методикой, применяемой для государственного экологического анализа промышленных выбросов. Разделение проводили на капиллярной колонке длиной 25 м (фаза

ОВ-61). В качестве газа - носителя использовали азот марки «о.ч.». Экспериментальные данные получены с использованием программы Мультихром 2.4. Автономная система «Мультихром» имеет службу безопасности и различные уровни допуска оператора.

Таблица 1

Состав сточных вод некоторых нефтехимических производств

Производство	Сточные воды и компоненты, загрязняющие их
Алкилсульфонатов сульфохлорированием углеводородов	Суммарный сток содержит углеводороды, хлористый натрий и др.
Ароматических углеводородов алкилированием олефинами	Сточные воды содержат каустическую соду, углеводороды, фосфорную кислоту и др.
Бутилена и дивинила дегидрированием бутана и бутиленов	Суммарный сток загрязнен углеводородами
Метана и этилена хлорированием	Фузельная вода содержит хлорпроизводные углеводородов, известковый шлам и соли

Проба анализируемой газовой смеси с помощью *дозатора* периодически вводится в *нагреватель-испаритель*, где смешивается инертным газом-носителем. Газ-носитель, поступающий из источника должен быть инертным по отношению ко всем анализируемым веществам и конструкционным материалам, с которым возможен его контакт при работе хроматографа. *Регулятор* и *измеритель* обеспечивают постоянный расход газа-носителя.

Анализируемая проба направляется в *хроматографическую колонку*, где происходит процесс разделения смеси на отдельные компоненты. После разделения анализируемой смеси отдельные компоненты в определенной последовательности поступают на *детектор* – устройство, преобразующее изменение состава подвижной фазы в электрический сигнал. Результаты детектирования поступают на *регистрирующий прибор*.

Проанализированная смесь сбрасывается в специальную линию сброса продуктов. Так как температура достаточно сложным образом влияет на процессы сорбции - десорбции детектирования, то нагреватель-испаритель, колонка и детектор термостатируются с помощью *термостат*. Детектором для проведения хроматографического анализа является пламенно-ионизационный.

В течение двух недель на нефтехимическом предприятии проводился отбор проб сточной воды три раза за день через равные промежутки времени. Согласно экспериментальным и расчетным данным, представленным в табл. 2, в сточной воде обнаружены ксилол, бутилацетат, ацетон.

Таблица 2.

Экспериментальные и расчетные данные по составу загрязняющих веществ в сточной воде нефтехимических производств

№	Определяемое вещество	Калибровочный коэффициент	Стационарное отклонение	Концентрация, мг/м ³		
				1	2	3
Проба1	ксилол	1.11	0.191	12.69	13.14	11.87
	бутилацетат	1.61	0.191	3.00	3.23	3.69
	ацетон	1.61	0.191	8.72	8.30	15.38
Проба2	ксилол	1.11	0.191	11.53	11.87	0.198
	бутилацетат	1.61	0.191	4.00	3.63	0.178
	ацетон	1.61	0.191	15.38	16.97	0.195

Выявлено, что концентрация ксилола, бутилацетата, ацетона превышает нормативы предельно допустимые концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (приказ Минсельхоз России № 552 от 13.12.2016г.) от 10 до 320 раз.

Предложена комплексная очистка сточной воды нефтехимических производств с использованием аэробного биохимического метода очистки, который основан на использовании аэробных микроорганизмов, для жизнедеятельности которых необходим постоянный приток свободного кислорода и температурный оптимум 20...40°С. Действующим началом аэробного *биохимического окисления*, протекающего в аэротенках, является активный ил и воздух. Ферменты микроорганизмов активного ила представляют собой сложные белковые соединения с молекулярной массой, достигающей сотни тысяч и миллионов углеродных единиц и выполняют роль органических катализаторов в биохимических процессах. По сравнению с химическими катализаторами ферменты способны действовать в более «мягких условиях», т.е. при невысоких температурах, нормальном давлении и реакции среды, близкой к нейтральной.

Потребляя органические вещества, ферменты микроорганизмов катализируют процессы разрушения их, превращая в углекислый газ и воду. энергию и собственную биомассу.

Литература:

1. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Выбор и обоснование рациональной очистки сточных вод производств синтетических полимеров и пластических масс // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №14. С. 131-133.
2. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. Стабилизатор полиолефинов фенолят никеля как вторичное сырье, получаемое при очистке гальванических стоков сернисто-щелочным отходом производства моторных

- масел // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18. №3. С. 101-103.
3. Мингазетдинов И.Х., Григорьева И.Г., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. Проектирование рациональной системы вентиляции для очистки воздуха производственных помещений от полимерной пыли // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.1. №5. С. 194-197.
4. Кулаков А.А., Мальцева С.А. К вопросу о механизме осаждения ионов меди (II) в процессе гальванокоагуляционной очистки медьсодержащих сточных вод // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Т.19. №21. С. 17–21.
5. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. Анализ существующих способов утилизации и переработки отходов полимеров// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №10. С. 163-169.
6. Гоголь Э.В., Мингазетдинов И.Х., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г., Тунакова Ю.А. // Устройство для измельчения отходов // Вестник Казанского технологического университета. №10/2013, с.223-226.
7. Тунакова Ю.А., Чудакова О.Г., Галимова А.Р., Габдрахманова Г.Н. Хроматографический анализ с использованием полидивинилбензола на содержание анионов в питьевой воде // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №1. С.54-56.
8. Чудакова О.Г., Желовицкая А.В., Тунакова Ю.А. Изучение количественного и качественного состава выделений при выпекании хлебобулочных изделий на неподвижной полиметилсилоксановой фазе // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №11. С. 222-224.

УСТОЙЧИВОСТЬ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ ШТАММОВ ЧЕРНОГО АСПЕРГИЛЛА

Миндубаев Антон Зуфарович¹, кандидат химических наук,
ст. научный сотрудник

Бабынин Эдуард Викторович², кандидат биологических наук, доцент,
Бадеева Елена Казимировна¹ кандидат химических наук, научный сотрудник

¹ Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФГБУН
«Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр
Российской академии наук»

² ГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Неожиданным результатом стало появление мутантной культуры *Aspergillus niger* AM1, более интенсивно растущей в среде с белым фосфором по сравнению с предковым штаммом. Три штамма *A. niger*, присланные из Всероссийской коллекции микроорганизмов, так же продемонстрировали устойчивость к белому фосфору. По предварительным данным, устойчивость к белому фосфору у *A. niger* закреплена в геноме.

Ключевые слова: белый фосфор, грибы, бактерии, минимальная ингибирующая концентрация.

Выполненная нашим коллективом работа является первым задокументированным примером усвоения искусственного ксенобиотика белого фосфора биосферой [1]. В данной работе представлено дальнейшее развитие исследований биодegradации [2] белого фосфора.

Пересев культуры *A. niger* AM1 произведен по стандартной схеме, в трех повторах. Обращает на себя внимание тот факт, что в одном повторе колония стала развиваться быстрее, чем в других, хотя условия были совершенно идентичны. Возможно, это следствие мутации, обеспечившей лучшую приспособленность к экстремальным условиям существования.

Для сравнения устойчивости к белому фосфору нескольких культур черного аспергилла, применялся наш штамм *Aspergillus niger* AM1, а также три штамма из Всероссийской коллекции микроорганизмов при ИБФМ им. Г.К. Скрыбина: FW-650, FW-2664 и FW-2731, выделенные из арктических вечномерзлых грунтов. Культуры высевались в планшеты Corning, скорость роста оценивалась микропланшетным ридером Infinite F200 Pro, Tecan (Австрия) по интенсивности поглощения света λ 550 нм. Максимальная концентрация белого фосфора достигала 1%. Для сравнения высевались культуры бактерий *Achromobacter xylosoxidans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus firmus* и *Salmonella typhimurium*. Целью данных исследований являлось обнаружение минимальной ингибирующей концентрации (МИК) белого фосфора для перечисленных микроорганизмов.

Мы впервые провели дальнейшую модификацию среды Придхем-Готлиба, исключив из ее состава не только фосфат в качестве источника

фосфора, но и сульфат меди. Поскольку P_4 реагирует с сульфатом меди, до последнего времени не был подтвержден факт биodeградации белого фосфора: его трансформацию можно было объяснить химической реакцией. Только исключив из состава $CuSO_4$, можно сделать заключение в пользу биodeградации белого фосфора.

Для установления природы устойчивости аспергилла к P_4 произведен посев в среду с фосфатом в качестве источника фосфора. Подросшую культуру снова пересеяли в среду с 0,2% белого фосфора. В качестве контроля посеяли также *A. niger* AM1, до этого росший в среде с белым фосфором.

Очень интересно спонтанное появление в среде с белым фосфором культуры *A. niger* AM1 с измененной морфологией и окраской, быстрее растущей в среде с исследуемым ксенобиотиком. Возможно, это результат мутации и дальнейший этап адаптации микроорганизма к среде, содержащей белый фосфор. Через 55 суток после посева лидирующая культура стала вырабатывать пигмент и приобретать насыщенную оранжевую окраску [3]. Колонии в остальных двух повторах растут медленнее и имеют гораздо более светлую окраску. Окрасилась не только колония, но и культуральная среда, т.е. пигмент хорошо растворим в воде. Примерно в это время мы дали этому аспергиллу неофициальное название «рыжий гриб».

Культура, судя по виду и окраске спор, безусловно, является черным аспергиллом, но морфология колонии необычная. Воздушный мицелий низкий, споры формируются почти на поверхности среды. В первые двое суток культура отличалась от предковой выделением в среду желтого пигмента, но после созревания спор становилась такой же черной и неотличимой. Это является еще одним свидетельством того, что в культуре произошла мутация. Детальное изучение морфологии этого аспергилла продемонстрировало его сходство с предковым AM1. А судя по тому, что «рыжий» гриб эффективнее набирал биомассу в среде с белым фосфором, эта мутация повышает его приспособленность к существованию в данной среде. Было принято решение назвать этот штамм *A. niger* AM2.

Оказалось, что все четыре штамма *A. niger* выдерживают концентрацию белого фосфора 1%. МИК для них так и не была найдена. По-видимому, высокая устойчивость к белому фосфору – признак, характеризующий большинство черных аспергиллов. Тем не менее, в широком диапазоне концентраций штамм AM1 рос быстрее, т.е. оказался намного более устойчивым. Для бактерий МИК была найдена и составила от 0.125% до 0.5%. Из этого следует вывод, что черные аспергиллы более устойчивы к белому фосфору по сравнению с бактериями. Исключив из состава сред $CuSO_4$, и наблюдая, тем не менее, рост микроорганизмов, мы получили более обоснованные доводы в пользу биodeградации белого фосфора.

Ожидалось, что после роста в благоприятных условиях – в среде с фосфатом – *A. niger* AM1 мог утратить устойчивость к белому фосфору. В действительности, гриб, росший до посева на фосфате, продолжал расти [4]. Из этой картины можно сделать вывод, что резистентность к белому фосфору у

исследуемого нами штамма черного аспергилла закреплена в геноме, и является наследуемым признаком, передающимся в ряду поколений даже в отсутствие Р₄.

Эта работа была выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 15-29-02629 офи_м и Фонда содействия инновациям, проект № С1-34299.

Литература:

1. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Хаяров Х.Р., Минзанова С.Т., Яхваров Д.Г. Микробиологическая деградация белого фосфора // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 1. С. 33-37.
2. Миндубаев А.З. Кто съел полиэтилен? // Наука и жизнь. 2018. № 4 С. 32-38.
3. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Хаяров Х.Р., Сахапов И.Ф., Бадеева Е.К., Стробыкина А.С., Валидов Ш.З., Бабаев В.М., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г. Динамика превращений белого фосфора культурой черного аспергилла // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 51. № 8. С. 1-26.
4. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Бадеева Е.К., Барсукова Т.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г. Обезвреживание белого фосфора посредством микробиологического разложения // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 52. № 12. С. 87-118.

УМЕНЬШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ СВИНЦА И РТУТИ В ВОДЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В КАЧЕСТВЕ ЭКСТРАГЕНТОВ АМИНОКИСЛОТ

Овчинников В.В., доктор химических наук, профессор
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация: При процессах очистки воды экстракционным способом от ионов свинца и ртути, полезным является знание термодинамических параметров образующихся комплексов экстрагентов с металлами. Для указанной цели проведен теоретический расчет теплоты образования комплексов аминокислот: треонина (*thr*) и аспарагина (*asp*) с ионами свинца I: $Pb(thr)_2$, II: $Pb(asp)_2$ и ртути III: $Hg(thr)_2$, IV: $Hg(asp)_2$ в конденсированной фазе и водной среде.

Ключевые слова: металлы, концентрации, термодинамические параметры, вода

Теплоты образования ($\Delta_{обр}H^{\circ}$) комплексов металлов (Met) рассчитаны по теплотам их сгорания ($\Delta_c H^{\circ}$) в кислороде, описываемое уравнением (1), в которое входят газообразные (г), жидкие (ж) и твердые (тв) продукты сгорания. $C_a H_b N_c O_d Met (тв) + n O_2 (г) \rightarrow x CO_2 (г) + y H_2O (ж) + z N_2 (г) + d MetO (тв) + \Delta_c H^{\circ}$ (1)

С использованием компьютерной программы [2], в которую включено уравнение (2), рассчитанное на основе экспериментальных теплот сгорания двадцати аминокислот, теплоты сгорания комплексов I-IV были определены.

$$\Delta_c H^{\circ} = (25.0 \pm 45.9) - (105.3 \pm 2.2) (N - g) \quad (2)$$

Параметр $(N - g)$ в уравнении характеризует общее число валентных электронов N в комплексе, из которого вычитается число неподеленных пар электронов g гетероатомов, входящих в состав аминокислот. Теплоты образования изучаемых комплексов $Met(аминокислота)_2$ рассчитаны по уравнению Гесса (3), которое также включено в компьютерную программу $\Delta_c H^{\circ} = \sum n_i \Delta_{обр} H^{\circ}_{продукты} - \sum n_j \Delta_{обр} H^{\circ}_{реагенты}$ (3),

В уравнении (3) n_i и n_j являются стехиометрическими коэффициентами.

Таблица 1. Теплоты сгорания и образования (кДж/моль, $\pm 0.5\%$) комплексов $Met(аминокислота)_2$.

№ п.п.	Комплекс, формула, (N-g)	$-\Delta_c H^{\circ}$	$-\Delta_{обр} H^{\circ}$	$-\Delta_{вс} H^{\circ}$	$-\Delta_{обр} H^{\circ}_{водн.}$
I	$Pb(thr)_2$,	4132.6	1513.3	63.6	1576.9
	$C_8H_{16}N_2O_6Pb$, 40	± 20.7	± 7.6	± 0.5	± 8.1
II	$Pb(asp)_2$,	4132.6	1227.4	115.5	1342.9
	$C_8H_{14}N_4O_6Pb$, 40	± 20.7	± 6.2	± 0.5	± 6.7
III	$Hg(thr)_2$,	4132.6	1392.9	61.5	1454.4

	$C_8H_{16}N_2O_6Hg,$ 40	± 20.7	± 7.0	± 0.5	± 7.5
IV	$Hg(asp)_2,$	4132.6	1107.1	109.2	1216.3
	$C_8H_{14}N_4O_6Hg,$ 40	± 20.7	± 5.5	± 0.5	± 6.0

Образование таких комплексов (I-IV) может происходить в водной среде, поэтому следовало рассчитать их теплоты образования ($\Delta_{обр}H^0_{водн.}$) в водном слое ($\Delta_{вс}H^0$) по уравнению (4) (Таблица 1).

$$\Delta_{обр}H^0_{водн.} = \Delta_{обр}H^0 + \Delta_{вс}H^0 \quad (4).$$

Полученные термодимические расчетные характеристики позволяют заключить, что наиболее стабильные комплексы свинца и ртути с треонином, однако обе исследуемые аминокислоты могут быть использованы как эффективные комплексоны для очистки сточных от перечисленных двухвалентных металлов.

Литература:

1. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т., Куликова Е.Ю. Физико–химические процессы при добыче полезных ископаемых и их влияние на состояние окружающей среды. Москва: Издательство Академии Горных Наук. 2002. 270 с.
2. Овчинников В.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. 2015. № 2015613205.

СВОЙСТВА ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ОБРАЗУЕМЫХ ПРИ ХЛОРИРОВАНИИ ВОДЫ

Филиппов Антон Владимирович, обучающийся

Кирсанов Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»²

Аннотация: В статье представлены результаты исследований промышленных сточных вод химического предприятия после хлорирования, характеризующие устойчивость хлорорганических соединений, их токсические и мутагенные свойства.

Ключевые слова: сточная вода, дезинфекция, хлорорганические соединения, токсичность, мутагенность, патогенная микрофлора, органические вещества, тест-объекты.

В зависимости от величины рН, температуры, хлоропоглощаемости исходной воды и концентрации хлор присутствует в воде в виде свободного газообразного хлора, хлорноватистой кислоты или иона гипохлорита. Хлор является сильным окислителем, который вступает в реакцию с органическими веществами, включая аминокислоты, белки, проникает через клеточную мембрану и угнетает ферментную систему живой клетки. По данным специалистов, концентрация хлорорганических соединений (ХОС) в воде водоемов в период интенсивного цветения достигает 14,5-15,3 мг/л и даже 5-и минутное кипячение воды уменьшает концентрацию лишь на 13%. При взаимодействии фенола, содержащегося как в сточной воде, так и в природных водоемах, образуются хлорфенольные соединения – *диоксины*, - особо опасные яды даже в микроскопически малых концентрациях. Образующиеся при хлорировании хлорорганические соединения, обладают, по данным многочисленных российских и зарубежных исследователей, высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью, способны накапливаться в донных отложениях, тканях гидробионтов и, в конечном счете, по трофическим цепям попадать в организм человека [2]. Несмотря на высокую эффективность по отношению к патогенным бактериям, хлорирование при дозе остаточного хлора 1,5 мг/л не обеспечивает необходимой эпидемической безопасности в отношении вирусов - эффективность обеззараживания хлором по термотолерантным колиформным бактериям (ТКБ) не выше 97,0-98,0%. В результате применения других химических реагентов - диоксида хлора, гипохлорита натрия или кальция, озона - также образуются токсичные продукты, практически не поддающиеся разрушению. В природных условиях в воде водоемов возможно образование предшественников диоксинов: 2,4,5- трихлорфенола, 2,4,6- трихлорфенола, пентахлорфенола за счет присутствия в воде свободного хлора и фенола природного происхождения. Железо является катализатором реакций

взаимодействия хлора и фенолов (концентрация железа в Куйбышевском водохранилище составляет 0,33мг/л при ПДК= 0,1мг/л) [3]. Группой специалистов Казанского государственного медицинского университета и химического предприятия ПАО «Казаньоргсинтез» проведены исследования реальных сточных вод (СВ) предприятия в условиях дезинфекции хлором (табл. 1-6). (В соответствии с требованием СНиП 12.04.03-85 концентрация остаточного хлора должна быть не менее 1,5 мг/л).

Таблица 1

Образующиеся при хлорировании хлорорганические соединения (ХОС), мг/л	Концентрация ХОС при первоначальной концентрации хлора, мг/л			Концентрация ХОС при дозе остаточного хлора, мг/л			
	5 мг/л	8 мг/л	10 мг/л	1,5 мг/л	1,0 мг/л	0,5 мг/л	0 мг/л
Хлороформ	0,29-0,34	0,37-0,68	0,37-0,77	0,41-0,82	0,31-0,77	0,26-0,55	0,11-0,24
Хлорэтил	0,11-0,46	0,21-0,64	0,36-0,79	0,52-0,96	0,37-0,84	0,34-0,68	0,09-0,19
Дихлорметан	6,2-9,8	6,8-10,4	7,6-12,6	7,4-14,8	5,9-12,3	4,6-7,9	0,6-4,2
1,2 - Дихлорпропан	0,04-0,12	0,07-0,19	0,11-0,181	0,14-0,21	0,09-0,16	0,11-0,17	0,08-0,17
Метилхлороформ	11,2-14,6	12,8-15,7	13,0-18,9	13,8-21,6	9,2-18,0	5,2-14,6	2,1-4,3

Приведенные в табл.1 данные свидетельствуют о том, что с увеличением концентрации дозируемого и остаточного хлора, концентрация ХОС также увеличивается. Концентрация остаточного хлора после контакта со сточной водой может иметь разное значение, что может объясняться влиянием хлоропоглощаемости воды. Из данных по наличию хлоропроизводных в воде без хлорирования (последний столбец табл. 1), можно сделать вывод, что в воде водоема (р. Волга) изначально присутствуют хлорорганические соединения. Органические соединения в водоеме могут иметь как природное происхождение, - образуемые при деструкции сине-зеленых водорослей, так и привнесенными со сточными водами. Первая причина образования хлорорганики - эвтрофикация водоема в результате высокой концентрации органических элементов - следствие антропогенной нагрузки. Вторая причина - превращение многих крупнейших рек России в каскад водохранилищ с нарушенным и постоянно меняемым водостоком и с небольшой скоростью течения, - практически в серию последовательных «болот» (является также следствием антропогенного влияния) [4]. В составе хозяйственно - бытовых СВ, которые, как правило, очищаются в аэротенках совместно с промышленными сточными водами, могут присутствовать возбудители таких

инфекций, как холера, брюшной тиф, паратиф А и В, сальмонеллезы, дизентерия, вирусные гепатиты А и Е, полиомиелиты 1 и 3 типов, лямблиоз, бруцеллез, энтеровирусные и аденовирусные заболевания, туляремия, туберкулез, гельминтозы и др. [3]. Установлено, что с течением времени концентрация ХОС в СВ не уменьшается, а даже, - наоборот, что является подтверждением устойчивости этих соединений (табл. 2).

Таблица 2

Образование ХОС после внесения хлора

Исследованиями специалистов выявлено образование в воде одно-, двух-, -

ХОС, образующиеся при хлорировании	Интервал времени после внесения хлора, мин		
	30	45	60
	Концентрация ХОС		
Хлорэтил	0,19	0,26	0,34
Дихлорметан	5,8	6,4	6,9
1,2 - Дибромпропан	0,11	0,15	0,16
Метилхлороформ	12,7	13,4	13,9
Хлороформ	0,37	0,41	0,51

трехатомных хлорфенольных соединений - предшественников диоксинов и диоксинов, таких как, например, 2,4,5-, 2,4,6-трихлорфенолов, полихлордибензофуранов и полихлордибензо-п-диоксинов [5]. Также в результате исследований установлена токсичность и мутагенность СВ, устойчивость данных показателей и, более того, увеличение токсичности и мутагенности с течением времени.

Литература

1. Хаммер М. Технология обработки природных и сточных вод. - М.: Стройиздат, 1979 -400с.
2. Микробиология загрязненных вод /Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. М., медицина, 1976. - 319.с.
3. Иванов А.В., Семенов В.В. и соавт. Методические рекомендации по биоиндикации мутагенного фона внешней среды на высших растениях // №05-485.-23.02.93. - Казань. -23с.
4. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография/Под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2010, 264 с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТА ПИРОЛИЗА ИЛОВ СТОЧНЫХ ВОД НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО КАЛИЯ В ПОЧВЕ

Хисамова Алина Маратовна¹, младший научный сотрудник;
Грачев Андрей Николаевич², доктор технических наук, профессор;
Кулагина Валентина Ивановна¹, кандидат биологических наук, зав.лаб;
Забелкин Сергей Андреевич², кандидат технических наук, доцент

¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Аннотация: Показано, что внесение в почву биоуглей, полученных путем термического разложения осадков сточных вод, приводит к статистически достоверному увеличению содержания подвижного калия. Режим получения биоугля не оказывает существенного влияния на этот показатель.

Ключевые слова: илы сточных вод; биоуголь; подвижный калий; пиролиз; почва.

Проблема безопасной утилизации иловых осадков сточных вод (ОСВ) с каждым годом становится все более актуальной. Емкости для хранения ОСВ во многих городах заполнены уже до критических отметок. Только в Российской Федерации ежегодно образуется примерно 2,6 млн/т в год илов сточных вод [1]. Во многих странах предлагается утилизировать ОСВ путем внесения в почвы. Однако необработанные илы содержат тяжелые металлы, патогенные организмы, дурнопахнущие вещества, поэтому имеется опасность загрязнения почв. Кроме того, перевозка илов на большие расстояния нерентабельна. Одним из предлагаемых перспективных методов обеззараживания, переведения веществ в безопасную форму и, одновременно, уменьшения объема илов является пиролиз [2]. Биоуголь, полученный путем пиролиза илов, при правильно подобранных условиях можно рационально использовать в сельском хозяйстве.

Объектами исследования являются образцы биоуглей, изготовленные из илов сточных вод городских очистных сооружений г. Чебоксары при температурах пиролиза $300 \pm 20^\circ\text{C}$ и $500 \pm 20^\circ\text{C}$. Образцы были получены с применением установки быстрого пиролиза FPP02, которая является запатентованной разработкой компании ООО «Энерголеспром» [3].

Согласно проведенным ранее исследованиям водная вытяжка из биоугля, полученного из илов сточных вод при температуре 500°C , токсичного воздействия на схожесть семян пшеницы не оказала, как и на длину корешков пшеницы в лабораторном опыте. Было показано, что повышение температуры при обработке илов сточных вод от 300°C до 500°C приводит к уменьшению токсического воздействия на растения [1].

Следующий этап исследований предусматривает изучение воздействия внесения биоугля на свойства почв, в том числе на содержание доступных для растений питательных веществ.

Целью исследования являлось оценка внесения биоугля, полученного из илов сточных вод, на содержание подвижного калия в почве.

Для определения влияния внесения биоугля в почву был поставлен вегетационный опыт продолжительностью в 42 дня. В вегетационные сосуды (горшочки) помещалось по 400 г смеси серой лесной среднесуглинистой почвы и биоугля с содержанием 2%, 5% и 10% от массы почвы. В качестве контроля использовалась почва без биоугля. Одновременно в горшочках выращивались растения овса и горчицы для определения содержания калия. Калий определялся по методу Чирикова [4].

Полученные результаты показывают, что внесение и высокотемпературного, и низкотемпературного биоугля приводит к увеличению содержания подвижного калия в почве (рис.1,2).

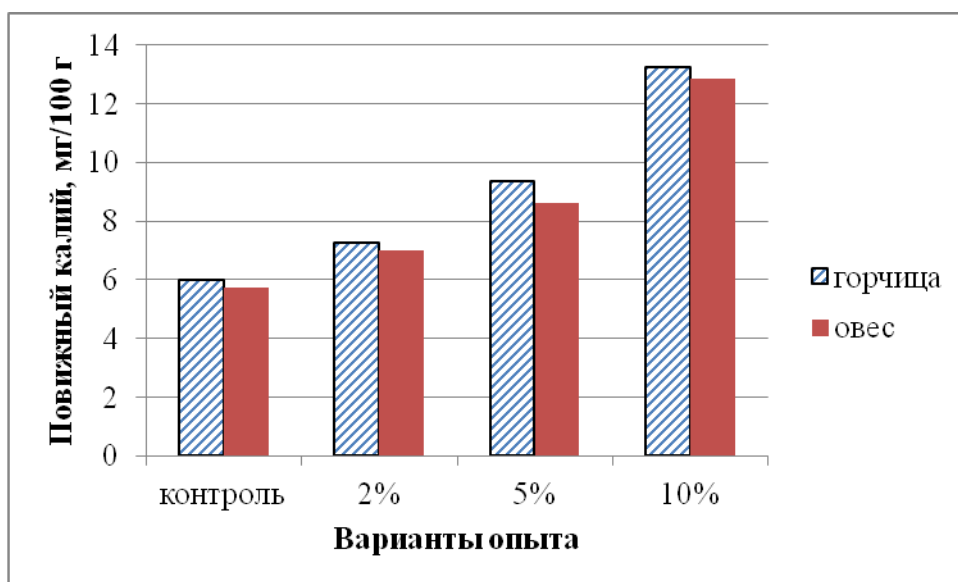


Рис. 1. Содержание подвижного калия в почве в зависимости от концентрации биоугля, полученного из илов сточных вод при температуре пиролиза 500°C.

При дозе биоугля 2% содержание подвижного калия в почве увеличивается примерно на 20% от контроля, при дозе 5% - примерно на 50%, а при дозе 10% биоугля – в два раза и больше. Математическая обработка результатов с применением критерия Стьюдента показала, что разница с контролем достоверна для всех вариантов опыта.

Влияние биоугля, полученного при 300±20°C и при 500±20°C, на содержание подвижного калия в почве примерно одинаковое. Математическая обработка результатов не показала достоверной разницы между воздействием высокотемпературного и низкотемпературного биоугля на этот показатель.

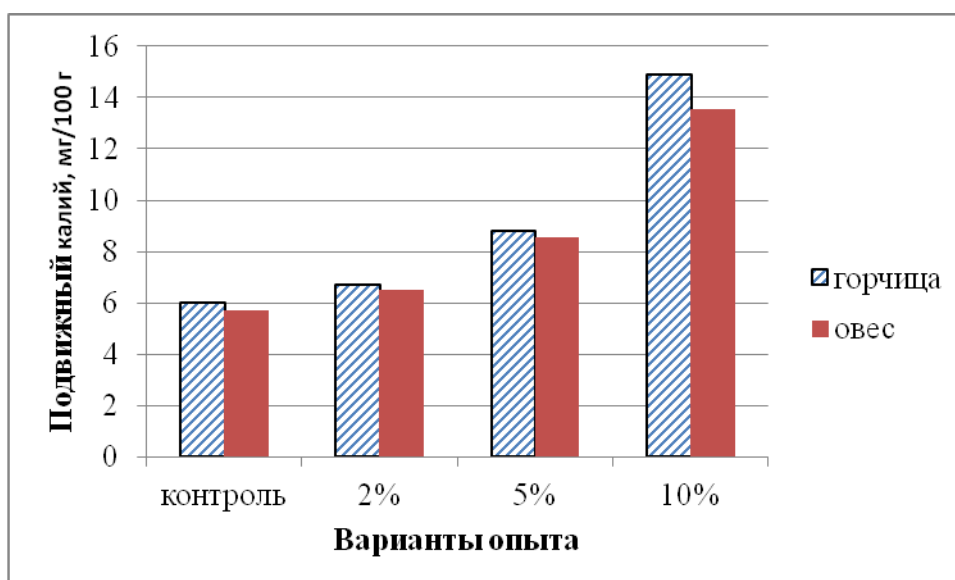


Рис. 2. Содержание подвижного калия в зависимости от концентрации биоугля, полученного из илов сточных вод при температуре пиролиза 300°C.

Содержание подвижного калия на 42 день опыта под посевами горчицы несколько больше, чем под посевами овса, что, по-видимому, объясняется различным потреблением калия данными культурами.

Таким образом, внесение биоугля из илов сточных вод способствует увеличению содержания в почве такого необходимого питательного элемента как калий. В случае отнесения биоуглей из илов бытовых сточных вод к неопасным отходам согласно СП 2.1.7.1386–03, внесение их в почву может оказаться грамотным решением утилизации данного вида отходов, а также эффективным способом поддержания плодородия почв.

Литература:

1. Кулагина В.И., Грачев А.Н., Рязанов С.С., Кольцова Т.Г., Сунгатуллина Л.М., Рупова Э.Х. Оценка фитотоксичности как первый этап эколого-биологической оценки влияния продукта пиролиза илов сточных вод на почвы // Вестник Казанского технологического университета.-2018.- Т.21.-№1.-С.164-168.
2. Буренков С.В., Грачев А.Н., Забелкин С.А. Термическая утилизация иловых осадков сточных вод методом быстрого пиролиза в сеточном реакторе // Вестник технологического университета.- 2016.- Т. 19.- №22.- С.40-43.
3. Грачев А.Н., Башкиров В.Н., Забелкин С.А., Макаров А.А., Тунцев Д.В., Хисматов Р.Г. Способ термической переработки органосодержащего сырья // Патент РФ №2395559. 2009.
4. Практикум по агрохимии/ Под ред. Б.А. Ягодина.- М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

ПРОТЕАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Вершинин Анатолий Андреевич, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник;

Каримуллин Ленар Камирович, научный сотрудник;

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, зав.лаб.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация. Высокое начальное содержание нефти, при длительном воздействии приводит к ингибированию протеазной активности светло-серой лесной почвы. При исходном содержании загрязнителя 5-15% в почве сохраняется достаточно высокая протеазная активность, что создает условия для обеспечения почвенной биоты доступными источниками азота.

Ключевые слова: светло-серая лесная почва, нефтяное загрязнение, протеазная активность.

Загрязнение почвы нефтью и продуктами ее трансформации нарушает эволюционно сложившиеся режимы и обменные процессы в почве. Привнесение несвойственных для почвы чужеродных веществ, нарушение целостности почвенного профиля и структуры почвенного покрова в результате аварийных разливов нефти приводит к кардинальному изменению морфологических признаков, физико-химических характеристик, химического состава и биологической активности почв [1,2].

При техногенных воздействиях, основным регуляторным механизмом, поддерживающим почвенный гомеостаз, остается ферментативная активность почв, определяющая синтетико-деструктивные биохимические процессы. Ферменты микроорганизмов играют важную роль в процессах «самоочищения» почв от экзогенных веществ, в том числе и нефтяных компонентов, трансформируя, нейтрализуя, разрушая не свойственные почвам соединения, которые могут быть токсичными изначально или проявлять ингибирующее действие при их накоплении в почве выше определенных пределов [3]. Благодаря ферментативной активности метаболизм почвы может оставаться стабильным, даже если условия окружающей среды неблагоприятны для жизнедеятельности микроорганизмов [4].

Важная роль в спектре почвенных ферментов принадлежит протеазам. Присутствие в почве протеаз обеспечивает разложение поступающих в почву остатков растений, животных и микроорганизмов, обеспечивая тем самым почвенную биоту доступными источниками азота. Дефицит азота в почве может привести к снижению микробной биомассы, что в свою очередь, негативно отразится на темпах деструкции поступивших в почву поллютантов.

Цель исследований - изучение протеазной активности светло-серой лесной почвы (Ссл) в условиях длительного воздействия нефти.

Исследования проводили в модельных опытах. В опытные образцы светло-серой лесной легкосуглинистой почвы вносили сернистую нефть Ямашинского месторождения Республики Татарстан в интервале концентраций 5-20%. В ходе 4-х летнего эксперимента температура составляла 20-24°C, влажность почвы поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости. Кроме того проводилось еженедельное рыхление контрольных (К) и опытных образцов почв. Определение протеазной активности почв проводили по Хазиеву[5].

Протеазная активность контрольной Ссл почвы на протяжении эксперимента менялась существенным образом. В контрольных образцах почвы в первый год инкубации наблюдалось постепенное снижение протеазной активности (рисунок). В промежутке 365-1095 суток активность фермента в контрольной почве оставалась на одном уровне. Очевидно, уменьшение активности протеазы чистой почвы в условиях модельного опыта обусловлено особенностью сукцессии микробного пула Ссл почвы в отсутствие поступления органического субстрата. Нефтяное загрязнение способствовало росту протеазной активности почвы. Динамика протеазной активности носила сложный характер и зависела от исходной доза загрязнителя и длительности его воздействия. Наивысшие показатели активности фермента зафиксированы на ранней фазе загрязнения для варианта с максимальной исходной концентрацией нефти (20%).

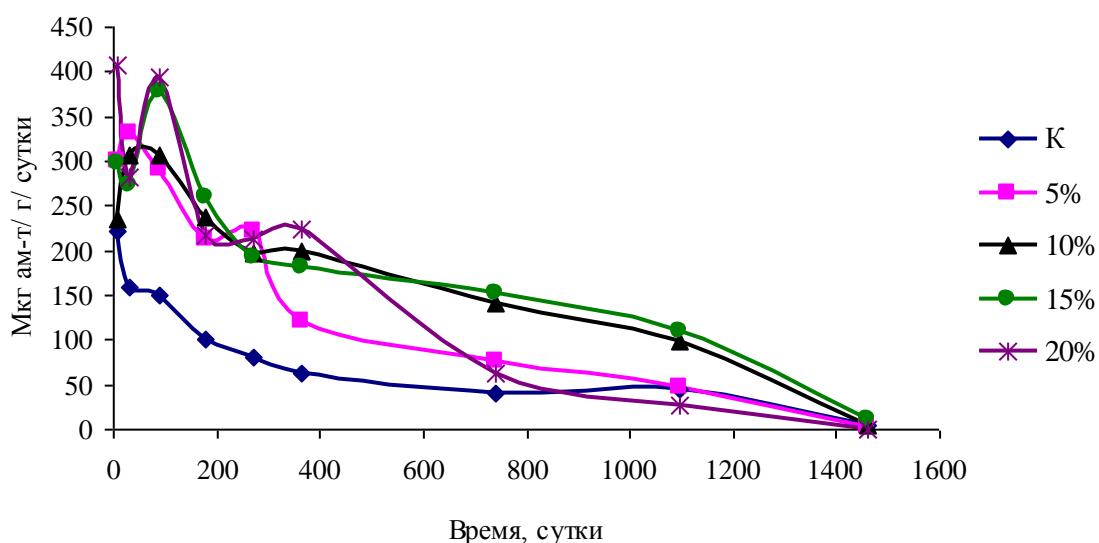


Рис. Динамика протеазной активности загрязненной нефтью светло-серой лесной почвы.

Превышение протеазной активности относительно контроля в этот период составляло 1,8 раза. При максимальном нефтяном загрязнении выявлены значительные колебания активности фермента с максимумами на 7, 90 и 365 сутки инкубации. Для варианта 15% исходного загрязнения обнаружен пик активности протеазы на 90-е сутки эксперимента. При более низких

концентрациях поллютанта скорость снижения активности протеазы менее выражена.

На протяжении четырехлетнего эксперимента активность протеазы в вариантах, исходно содержащих 10 и 15% нефти, оставалась выше, чем в контроле. При более низком содержании поллютанта (5%) протеазная активность достигала уровня контроля через три года инкубации. В варианте, содержащем 20% нефти начиная со второго года эксперимента, наблюдалось снижение протеазной активности до уровня сопоставимого (2 года инкубации) или более низкого (3-4 года инкубации), чем в контрольных образцах Ссл почвы. Снижение протеазной активности в данном варианте, вероятно, определяется ингибирующим действием образующихся в ходе биодеструкции нефтяных углеводов метаболитов.

Таким образом, нефтяное загрязнение способствует длительному повышению уровня протеазной активности Ссл почвы. Высокое начальное содержание нефти, при длительном ее воздействии приводит к ингибированию протеазной активности. В целом, в диапазоне исходной концентрации загрязнителя 5-15% в Ссл почве сохраняется достаточно высокая протеазная активность. Это создает условия для обеспечения почвенной биоты доступными источниками азота.

Литература:

1. Каримуллин Л.К., Петров А.М., Вершинин А.А., Шурмина Н.В. Физиологическая активность почв при разных уровнях нефтяного загрязнения. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015.- Т.17.- №4(4).- С.797-803.
2. Петров А.М., Каримуллин Л.К., Кузнецова Т.В., Вершинин А.А., Хабибуллин Р.Э. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества //Вестник Казанского технологического университета – 2014. Т17, № 23. С. 356-359.
3. Солнцева Н.П. Геохимическая трансформация дерново–подзолистых почв под влиянием потоков высокоминерализованных сточных и пластовых вод/ Н.П. Солнцева// Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. –М.: Наука,1981.
4. Халимов Э.М., С.В. Левин, В.С. Гузев. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы: Вестник Моск. ун-та. 1996. - Сер.17. - №2. - С. 59-64.
5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. – 252с.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И ВНУТРИПОЧВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА СООТНОШЕНИЯ Н-АЛКАНОВ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Зайнулгабидинов Эрик Ренатович, кандидат биологических наук,
ст. научный сотрудник;

Игнатьев Юрий Алексеевич, кандидат химических наук,
ст. научный сотрудник;

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, зав. лабораторией;
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: В ходе шестимесячного эксперимента показано, что оптимальный уровень почвенной влажности создает наиболее благоприятные условия для биодegradации нефтяных углеводородов. Способность серых лесных почв к самоочищению от нефтяного загрязнения так же определяется их физико-химическими характеристиками.

Ключевые слова: серые лесные почвы, нефтяное загрязнение, н-алканы, газохроматографический анализ.

Необходимость определения и контроля содержания нормальных углеводородов (н-УВ) нефти является важным условием для мониторинга нефтезагрязненных территорий. Для решения данных задач эффективным является использование хроматографического метода анализа. Данный подход позволяет определить количественный и качественный состав углеводородов нефти [1].

При нефтяном загрязнении происходят изменения в свойствах и структуре почв. В зависимости от почвенных характеристик биологическая деградация и трансформация нефти в почве могут иметь свои особенности [2]. Так же показано, что процесс минерализации нефтепродуктов зависят от условий влажности. Считается, что оптимальная влажность лежит в пределах 60-80% от полной влагоемкости почвы [3].

Целью настоящей работы являлось определение влияния влажности и почвенных характеристик на изменения состава н-УВ нефти в ходе проведения рекультивационных мероприятий.

В качестве объектов исследования в работе были использованы образцы 3-х типов лесных почв: светло-серой лесной (ССЛ), серой лесной (СЛ) и темно-серой лесной (ТСЛ). Рассматриваемые почвы отличались физико-химическими характеристиками [4].

Исследовалось два варианта. В первом варианте («сухой») во время инкубации почвы находились в воздушно-сухом состоянии, во втором («влажный») влажность почвенных образцов после загрязнения доводили до 60% от полной влагоемкости (ПВ) и поддерживали на данном уровне в течение эксперимента.

Выделение нефтепродуктов (НП) из почвенных образцов проводили согласно [5]. Определение общего содержания органических соединений, состава н-алканов и расчет степени микробиологической деградации проводили согласно [4].

В почвенных образцах с повышенным содержанием влаги их суммарное количество было меньше, по сравнению с «сухим» вариантом (табл.1). Изменение относительного содержания н-УВ зависело от физико-химических свойств и влажности почв. Более высокое их содержание отмечалось в «сухом» варианте опыта. В элюате из более «тяжелой» ССЛ почвы, во «влажном» варианте содержание н-алканов было в 1,5 раза ниже, относительно «сухого» варианта. В экстрактах почв более легкого механического состава - СЛ и ТСЛ различие в содержании н-УВ было незначительным.

Таблица 1.

Изменение суммарной площади пиков УВ нефти и относительного содержания н-алканов в образцах серых лесных почв в условиях инкубации при разной влажности.

Варианты		ССЛ	СЛ	ТСЛ
«Сухой»	Σ S	220,4	377,5	361,0
	%	41,3	49,1	38,8
«Влажный»	Σ S	109,1	132,7	185,2
	%	28,6	42,5	38,7

В таблице 2 представлены значения, которые позволяют оценить степень биodeградации н-алканов. Из таблицы видно, что показатели коэффициента ALK/ISO «сухого» варианта опыта выше, чем для «влажного». Изменение отношения ALK/ISO отмеченное в почвенных образцах «влажного» варианта указывает на существующую зависимость биodeградации н-УВ как от наличия влаги, так и от физико-химических свойств самих почв. Максимальное снижение коэффициента – в 2,8 раза, отмечено в ССЛ почве, которая характеризуется наиболее тяжелым механическим составом. Это связано более быстрой элиминацией низкомолекулярных н-алканов C₁₂ – C₁₈.

Таблица 2.

Значения коэффициента ALK/ISO в зависимости от уровня влажности нефтезагрязненных серых лесных почв.

Варианты	ССЛ	СЛ	ТСЛ
«Сухой»	2,2	2,1	2,1
«Влажный»	0,8	1,8	1,7

Таким образом, на основании ГХ анализа показано, что суммарное остаточное содержание углеводородов нефти и доля н-алканов в варианте с более высокой влажностью инкубирования ниже, чем в варианте с воздушно-сухой почвой.

На основе коэффициента ALK/ISO показано, что оптимальный уровень почвенной влажности, при котором создаются наиболее благоприятные

условия для микробиологической деградации нефтяных УВ, определяется физико-химическими характеристиками почв.

Литература:

1. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. - 264 с.
2. Пиковский Ю.И., Солнцева Н.П. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под влиянием потоков нефти. Сб. Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. - М.: Наука 1981, С. 149-154.
3. А.В. Костерин, О.А. Софинская Эффект влажности и верхнего техногенно незагрязненного слоя почвы в биодegradации тридекана // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия.- 2004.-№ 4. С.37-45.
4. Э.Р. Зайнулгабидинов, Ю.А. Игнатьев, А.М. Петров, Р.Э. Хабибуллин Изменение состава нормальных углеводородов нефти в зависимости от влажности и физико-химических характеристик серых лесных почв //Вестник технологического университета. – 2017.- Т.19. -№ 10. – С. 56-60.
5. ПНД Ф 16.1.2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии. М. - 1998. - 11 с.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕССА НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ КОМПОНЕНТОВ МИКРОБОЦЕНОЗА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Кузнецова Татьяна Васильевна, научный сотрудник,
Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, зав. лаб.,
Игнатъев Юрий Алексеевич,
кандидат химических наук, старший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: В четырехлетнем эксперименте исследована динамика численности микробного сообщества темно-серой лесной почвы, содержащей разное количество нефти. Определено влияние содержания нефти и времени инкубации на общую численность и содержание отдельных групп микроорганизмов.

Ключевые слова: темно-серая лесная почва, нефть, почвенные микроорганизмы

Большинство проводимых исследований направленных на изучение воздействия нефтяных загрязнений на почвенные биоценозы охватывает незначительный временной промежуток. Разнообразие климатических зон, подтипов почв, отличия в составе добываемой в разных регионах нефти делают актуальными исследования направленные на изучение последствий длительного воздействия нефтяных углеводородов на структуру микробного комплекса и функциональные взаимоотношения в системе «почва-микроорганизмы» [1, 2].

Цель работы – изучить влияние длительного воздействия нефтяного загрязнения на микробоценоз темно-серой лесной почвы.

Исследования проводили в условиях модельного эксперимента на образцах темно-серой лесной (ТСЛ) среднесуглинистой почвы. Предварительно подготовленную почву искусственно загрязняли нефтью в концентрациях 5%-20% от массы почвы (варианты 5%, 10%, 15% и 20 %, соответственно) и тщательно перемешивали. Контролем служила чистая почва.

В эксперименте влажность почвы поддерживали на уровне 60% от полной влагоемкости, температуру в интервале 20-24°C. Численность физиологических групп почвенных микроорганизмов определяли стандартными методами [3].

Нефть в небольших количествах, стимулирует активность почвенных микроорганизмов. Однако высокие дозы нефтяных углеводородов, накопление метаболитов изменяют физические свойства почвы, нарушают газовый обмен, оказывают прямое токсическое действие на почвенную микрофлору.

Микробиологический анализ чистых и загрязненных образцов показал, что внесение нефти в почву на начальных этапах эксперимента приводило к

закономерному увеличению общей численности сапрофитной микрофлоры (ОМЧ). При 5% и 10% содержании нефти максимальная численность микроорганизмов отмечена на 90-е сутки эксперимента (6-8 раз выше, чем в контроле), в вариантах 15% и 20% на 180-е сутки инкубации (в 10 и 14 раз выше, соответственно)(рис. 1).

Следует отметить, что в вариантах содержащих 5 и 10% поллютанта на протяжении четырехлетнего эксперимента численность микроорганизмов варьировала и имела явно выраженные пики численности на 7, 180 и 365 сутки эксперимента, а в варианте 5% и на 1095 сутки. При более высоком содержании поллютанта (15 и 20%) в интервале 2-4 года инкубации, ОМЧ имело значения сопоставимые с контролем, что, вероятно, связано с ингибирующим действием продуктов жизнедеятельности почвенного микробоценоза, образованием токсичных метаболитов.

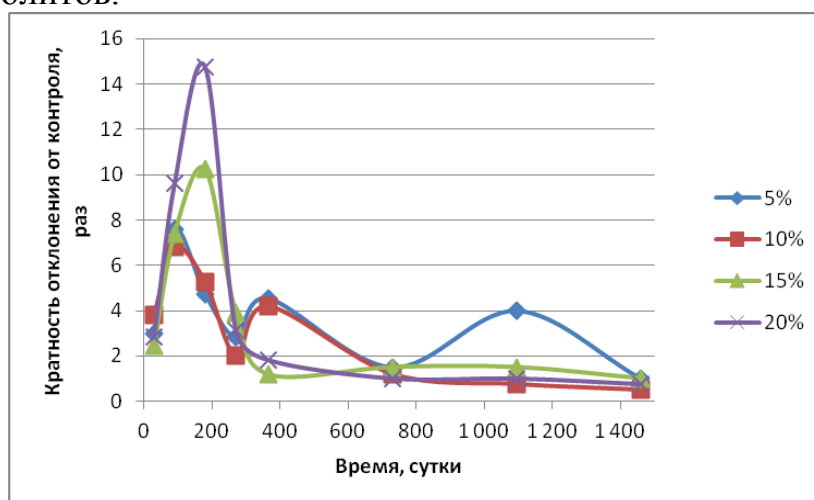


Рис. 1. Динамика ОМЧ в нефтезагрязненной ТСЛ почве.

Увеличение численности углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) после загрязнения ТСЛ почвы нефтью связано с развитием автохтонной микрофлоры. Максимальная численность УОМ была зафиксирована на 30-е сутки эксперимента. В варианте, содержащем 5% поллютанта, она была в 18 раз выше численности в контроле, в вариантах 10 и 15% в 47-48 раз. В варианте 20%, их численность была только в 4,5 раза выше, чем в чистой почве.

В ходе четырехлетнего эксперимента численность УОМ варьировала в широком интервале - от сопоставимой с контролем, до превышающей ее в 30-50 раз, что, вероятно, связано с активностью процессов разложения доступных для микроорганизмов нефтяных фракций, накоплением токсичных метаболитов. Максимальное превышение численности УОМ над контролем в вариантах 5%, 10%, 15% и 20% составило 20, 10, 50 и 30 раз, соответственно.

Актиномицеты (АМ) и целлюлозоразрушающие микроорганизмы (ЦМ) наиболее чувствительны к нефтяному загрязнению. У ЦМ при относительно низком содержании нефти (5% и 10%) на 30 сутки эксперимента наблюдалось 1,6-1,8-кратное увеличение их численности, на 90 сутки их количество во всех опытных вариантах было на 60-80% ниже, чем в контроле (рис. 2). В ходе

эксперимента ни в одном из вариантов не наблюдалось восстановление численности ЦМ и АМ до контрольных значений.

Численность усваивающих минеральный азот бактерий (БУМА) характеризует интенсивность процессов минерализации органического вещества и наличие доступных минеральных форм азота в исследуемой среде. В эксперименте варьирование численности БУМА в опытных вариантах, в целом, имело сходный вид. Поступление поллютанта в почву привело к 5,8-8,8-кратному увеличению их численности к 180 суткам инкубации, с последующим снижением и вторичным ростом содержания к концу 3 года эксперимента. Через 4 года инкубации содержание БУМА, в варианте 5%, было на уровне контроля, в вариантах 10%, 15% и 20% в 1,4, 1,8 и 2,7 раза превышало контрольные значения.

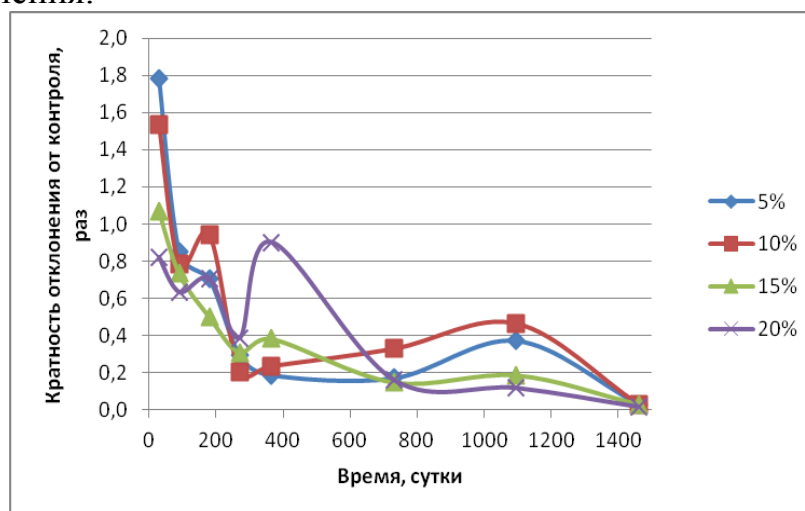


Рис. 2. Динамика численности ЦМ в загрязненной нефтью ТСЛ почве.

В первые месяцы эксперимента численность микромицетов (М) в опытных вариантах в 1,1-1,7 раза превышала численность в контроле. На 180 сутки инкубации в опытах было зарегистрировано 2,5-3-кратное увеличение относительной численности М. Увеличение численности М также отмечено на 365 сутки эксперимента в вариантах 5%, 10% и 15% (в 4,3; 3,3 и 6,5 раз, соответственно). Через год инкубации в пробах варианта 20% численность М была в 2 раза ниже, чем в контроле, а на более поздних этапах содержала только 10% от их численности в чистой почве. К концу эксперимента, численность М и в остальных опытных вариантах была ниже, чем в контроле.

Внесение нефти приводило к кардинальной перестройке микробного сообщества. Ответной реакцией практически всех изученных групп микроорганизмов было увеличение их численности, которое регистрировалось в первые 180 суток после внесения поллютанта и определялось их свойствами.

Наиболее чувствительными из изученных оказались актиномицеты и целлюлозоразрушающие микроорганизмы, численность которых во всех опытных вариантах не восстановилась и к концу четырехлетнего эксперимента.

Четырехлетняя инкубация нефтезагрязненных проб ни в одном из опытных вариантов не привела к восстановлению почвенного микробиоценоза.

Наиболее близкой по микробному пулу к контрольной была почва, исходно содержащая 5% нефти.

Литература:

1. Кузнецова Т.В., Петров А.М., Хабибуллин Р.Э. Динамика микробного пула дерново-подзолистых почв при разных начальных уровнях нефтяного загрязнения // Вестник технологического университета. - 2017. Т. 20, № 17, С. 116-120.
2. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязнённых земель // Восстановление нефтезагрязнённых почвенных экосистем. 1998. С. 222-236.
3. Егоров Н.С. Практикум по микробиологии, изд-во Моск. Ун-та, 1976.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИЭЛЕМЕНТНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Рязанов Станислав Сергеевич, научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Аннотация: Представлены результаты оценки полиэлементного загрязнения почв тяжелыми металлами (Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn) на основе составного индекса Немеро и составного геометрического индекса загрязнения Саета.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, индекс Немеро, индекс Саета.

Изучение качества почвенного покрова – необходимый этап для устойчивого развития и сохранения истощаемых почвенных ресурсов. При этом Республика Татарстан (РТ) представляет особый интерес для регионального мониторинга содержания в почвах тяжелых металлов, поскольку характеризуется развитыми промышленными и сельскохозяйственными отраслями.

Предыдущие работы были направлены на изучение влияния почвенных типов и типов землепользования на содержание и подвижность отдельных тяжелых металлов в гумусовых горизонтах почв республики, и на оценку геохимической зависимости тяжелых металлов от почвенных свойств (содержание гумуса, гранулометрический состав, pH и содержание соединений железа и марганца) (Рязанов с соавт., 2017). Цель данной работы – оценить наличие почвенного загрязнения тяжелыми металлами на региональном уровне.

Для регионального изучения содержания тяжелых металлов на территории РТ отобрано 1170 образцов гумусовых горизонтов почв (глубина отбора 0-20 см). Отбор проб проводился на расстоянии не менее 200 м. от ближайшей дороги. Определение содержания тяжелых металлов (Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn) проводилось согласно методике РД 52.18.191-89. Конечное определение металлов в растворе проводилось атомно-абсорбционным методом на приборе AAnalyst-400 “Perkin Elmer” (США).

Для оценки суммарного полиэлементного загрязнения использовались два показателя. Первый – составной индекс Немеро P_N (Nemerow Comprehensive Index). Второй использованный в работе показатель загрязнения – составной геометрический индекс загрязнения Саета (Z_c), который позволяет оценить опасность почвенного загрязнения, поскольку при его расчете также учитываются токсичность тяжелых металлов (Водяницкий, 2008).

Описательная статистика содержания тяжелых металлов в гумусовых горизонтах почв РТ представлена в таблице 1. Региональные фоновые уровни содержания тяжелых металлов в почвах определялось как $Median \pm 2MAD$ ($MAD = Median(|X_i - Me(X)|)$), данный метод не зависит от распределения значений содержания и дает робастные оценки фона. Для расчета региональных фоновых уровней тяжелых металлов использованы образцы зональных типов почв (подзолистые, серые лесные, черноземы) не затронутых

сельскохозяйственной деятельностью. Незональные типы почв (дерново-карбонатные, аллювиальные), а также городские почвы, исключены для устранения влияния аномальных зон, связанных с выходом карбонатных пород, привнесом с аллювиальными отложениями и антропогенным влиянием.

Таблица 1

Описательная статистика содержания тяжелых металлов в почва РТ (мг/кг)

Элемент	min	max	Mean	Me	SD	С V	Me по ТЗ			Фоновое содерж.
							естест.	с/х.	урбан.	
Cd	0.04	1.98	0.40	0.36	0.21	51.4	0.39	0.32	0.55	0.44±0.24
Co	0.3	41.9	11.3	10.6	5.0	44.3	10.38	11.03	7.26	10.4±3.6
Cr	1.8	93.1	29.8	28.7	11.9	39.9	25.1	30.8	27.13	23.3±12.7
Cu	0.3	143.2	19.6	19.0	9.4	47.8	17.43	19.25	29.97	16.4±7.8
Mn	49.7	3344	678.5	601.2	347.9	51.3	623.21	599.8	586.52	652.4±228.4
Ni	0.8	142.4	37.8	36.0	18.1	47.9	33.82	38.13	42.38	29.8±18.8
Pb	0.7	65.6	11.7	11.6	3.9	33.6	11.65	11.46	16.89	11.5±3.2
Zn	6.1	244.2	43.7	43.9	10.9	25.0	43.24	43.76	49.00	43.3±12.8

Примечание: min – минимальное значение выборки; max – максимальное значение; Me – медиана выборки; M – выборочное среднее; sd – стандартное отклонение; cv – коэффициент вариации.

Среднее содержание Co, Cd, Ni и Mn в гумусовых горизонтах РТ превышает подобные оценки для почв мира – 10 мг/кг, 0.3 мг/кг, 20 мг/кг и 530 мг/кг, соответственно (Rieman and Caritat, 1998). Содержание Cu, Zn, Cr и Pb, напротив, меньше, чем соответствующие общемировые оценки для почв – 25 мг/кг, 70 мг/кг, 80 мг/кг и 17 мг/кг (Rieman and Caritat, 1998). Средние значения содержания тяжелых металлов в почвах естественного ТЗ, нормализованные относительно нижней границы фонового уровня (Median-2MAD) уменьшаются в следующем порядке: Ni>Cr>Cu>Pb>Zn>Co>Mn>Cd. В сельскохозяйственных почвах порядок уменьшения нормализованного содержания металлов слегка изменен в следствие изменения режима аккумуляции-выщелачивания: Cr>Ni>Cu>Co>Zn>Pb>Mn>Cd. В городских почвах влияние антропогенных факторов поступления тяжелых металлов наиболее заметно и отражается на нарушении естественного баланса элементов в верхнем почвенном слое: Cu>Pb>Ni>Cd>Cr>Zn>Mn>Co.

Расчитанный составной индекс загрязнения Немеро для образцов гумусовых горизонтов представлен в таблице 2. Согласно индексу P_N , 54.4% обследованных естественных почв и 60.1% сельскохозяйственных почв характеризуются как незагрязненные ($P_N < 1$); 43.4% естественных почв и 37.3% сельскохозяйственных почв потенциально загрязнены относительно региональных фоновых значений тяжелых металлов ($1 < P_N < 2$). Количество образцов с $P_N > 2$ составляет менее 3% от всех обследованных почв естественного и сельскохозяйственного типов землепользования.

Распределение значений индекса Немеро для городских почв отражает высокую антропогенную нагрузку: 60.8% образцов урбаноземов, отобранных на территории городов имеют индекс $1 < P_N < 2$ и характеризуются как

потенциально загрязненные; 8.9% образцов городских почв загрязнены тяжелыми металлами (табл. 2).

Таблица 2

Значения полиэлементных индексов загрязнения по типам землепользования

Индекс	Естественные		Сельскохозяйственные		Урбанизированные	
	Размах	Среднее	Размах	Среднее	Размах	Среднее
P_N	0.28 - 2.85	1	0.36 - 8.99	1	0.46 - 4.35	1.3
Z_c	0.0 - 6.0	0.13	0.0 - 9.3	0.2	0.0 - 9.3	0.62

Вместе с тем, согласно рассчитанному составному индексу Саета, учитывающему токсичность тяжелых металлов, значения Z_c не достигли порогового значения ни для одного из почвенных образцов (табл. 2).

Проведена региональная оценка полиэлементного загрязнения почв Республики Татарстан относительно фоновых значений. Результаты подтверждают отсутствие загрязнения тяжелыми металлами, связанного непосредственно с сельскохозяйственной деятельностью, которую можно было бы детектировать на данном масштабе обследования. Выявлены значительные уровни загрязнения почв городов Казани, Набережных Челнов и Альметьевска медью, свинцом и цинком. Вместе с тем, ни для одного образца, отобранного для данной работы, уровень загрязнения не характеризовался как опасный.

Литература:

1. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М. : ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 86 с.
2. Рязанов С.С., Иванов Д.В., Кулагина В.И., Сахабиев И.А. Содержание и подвижность кадмия, кобальта и цинка в гумусовых горизонтах почв Республики Татарстан // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2017. – № 4 (40). – С. 6-24.
3. Reimann C. Chemical elements in the environment / C. Reimann, P. De Caritat // Berlin: Springer-Verlag, 1998. – 398 p.

КОМБИНИРОВАННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ПЕСТИЦИДОВ

Ахтареев Александр Васильевич, обучающийся

Кремлева Наталия Викторовна, кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева»

Аннотация: Наиболее перспективными в целях повышения эффективности обезвреживания и очистки сточных вод фосфорорганических пестицидов является использование комбинации различных методов, в частности, биологических методов с методами окисления.

Ключевые слова: пестициды, сточные воды, биологические, окислительные методы очистки.

Учитывая возрастающие масштабы применения пестицидов, одной из важнейших задач, стоящих перед исследователями, является разработка методов обезвреживания пестицидов. Для обезвреживания пестицидов в сточных водах используют огневой или реагентный методы, которые в полной мере не удовлетворяют современным требованиям к технологическим процессам из-за высокой стоимости обработки воды или малой эффективности.

Анализ литературных данных показал, что наиболее перспективными являются комбинации методов в качестве основы создания универсальной технологии обезвреживания фосфорорганических пестицидов в сточных водах. Например, комбинирование биологических методов с методами окисления. В настоящее время широко применяемым и универсальным методом очистки сточных вод при обработке стоков является использование активного ила. Производительность метода биологической очистки можно повысить использованием технического кислорода, высокоактивных иловых культур, стимуляторов биохимического окисления, а также усовершенствованием конструкций аэротенков, аэрационного оборудования и систем отделения активного ила [1,2].

Наибольшее применение находят методы очистки, основанные на окислении озоном т.к. в стоках рассматриваемых предприятий содержатся малые концентрации стойких органических веществ, обладающих олеофильностью. Исходя из существующих прототипов комбинируем устройство озонирования и технологическую схему для очистки сточных вод от пестицидов. Исходные данные: расход сточных вод $Q_{св} = 60 \text{ м}^3/\text{час}$; ХПК = 300 мг/л; расходный коэффициент озона $K_{O_3} = 11,43 \text{ г/г}$; коэффициент пересчета ХПК в количество загрязнений $K_{ХПК} = 0,29 \text{ г/г}$ на основании которых рассчитаем основные размеры устройства озонирования.

Сточные воды производства фосфорорганических пестицидов – смыв с технологической линии собирают в бак – накопитель 1, затем их с помощью

насоса направляют на устройство озонирования 2. Отработанная озон-воздушная смесь направляется на фильтр с каталитической загрузкой 3, затем очищенный воздух выбрасывается в атмосферу, выработанное тепло можно использовать для хозяйственных нужд предприятия.

После обработки озоном воду отводят в отстойник 4 - для осаждения и извлечения фосфорорганических соединений, затем обработанные воды направляют на биологическую очистку 5 для удаления веществ, не окисленных или частично окисленных озоном. После биологической очистки вода снова отстаивается, отработанный ил возвращается обратно в аэротенк. Оставшийся осадок из воды удаляется с помощью центрифуги 6. Осадок из отстойника насосами подается в шламонакопитель, а после уплотнения, вместе с нефтепродуктами и СПАВ из сборника плавающих веществ направляется на установку термического сжигания. Очищенная вода накапливается в сборнике чистой воды – 7.

На рисунке 1 представлена технологическая схема очистки сточных вод производства фосфорорганических пестицидов.

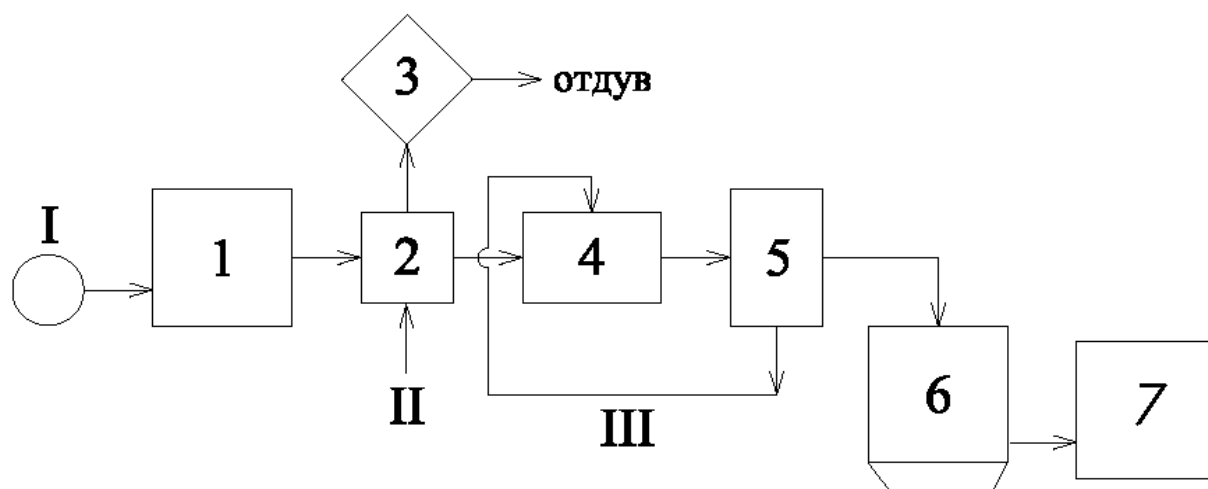


Рис. 1 Технологическая схема очистки сточных вод производства фосфорорганических пестицидов

I – сточная вода; II - воздух; III – активный ил

1 – бак накопитель; 2 – устройство озонирования; 3 – угольный фильтр; 4 - аэротенк; 5 – отстойник; 6 – центрифуга; 7 - сборник чистой воды.

Предлагаемое устройство комбинированной очистки сточных вод производства фосфорорганических пестицидов, состоит из озонатора, производительностью 60 м³/час и аэротенка для биологической доочистки.

Эффективность устройства составляет 93%, контролируемые показатели: ХПК = 30 мг/л и глифосат = 0,001 мг/л, не превышают согласованных нормативов ПДС. Категория работ на предприятии оценивается как средней тяжести – II а. Помещения по категории взрыво- и пожароопасности относятся к категории Д, по классификации зон взрывоопасности имеют зону В-IIа, пожароопасности - П-III. Проведен расчет защитного заземления, получено, что для обеспечения электробезопасности на

участке эксплуатации устройства озонирования необходим 21 вертикальный заземлитель.

Экономическая эффективность внедрения биохимической установки в комбинированную очистку сточных вод составила около 30 млн руб. в год. Срок окупаемости 13 месяцев [2,3].

Литература:

1. Шевченко М.А, Таран П.Н., Гончарук В.В.. Очистка природных и сточных вод от пестицидов — Л.: «Химия», 1989.—184с.:
2. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.В., Тунакова Ю.А. Стабилизатор полиолефинов фенолят никеля как вторичное сырье, получаемое при очистке гальванических стоков сернисто-щелочным отходом производства моторных масел // Вестник технологического университета: Т.18.№3 – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015, с. 101-103.
3. Гуревич П.А., Мальцева С.А., Кремлева Н.В., Овчинников В.В. Термохимия гетероатомных соединений. Теплоты сгорания и образования хелатных железо-аминокислотных комплексов. // Вестник технологического университета Т.20, №14 - Казань: Изд-во КНИТУ, 2017, с.25-26.

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ ПЕНЫ В УСТРОЙСТВАХ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Закирова Лилия Ильдаровна, обучающийся

Мингазетдинов Идгай Хасанович, кандидат технических наук, профессор,
ФГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»

Аннотация. Рассматривается процесс аэродинамического сдува пены в аппаратах флотационной очистки сточных вод. Предложены расчетные соотношения для выбора параметров плоской изотермической струи.

Ключевые слова: флотационная очистка, удаление пены, аэродинамика плоских струй.

В практике водоочистки промышленных сточных вод широкое распространение получил метод флотации. Этот метод используют для очистки загрязненных вод от нерастворимых взвешенных веществ, для удаления масел, смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), поверхностно-активных веществ (ПАВ).

В работе [1] описаны различные схемы и принципы устройств для флотационной очистки загрязненных производственных вод. Существуют следующие разновидности аппаратов, в зависимости от способа получения флотационных пузырьков – пневматическая, пенная, напорная, электрофлотационная, биологическая, реагентная и др. При любой схеме устройства флотации, итоговым результатом является флотационная пена с загрязняющими веществами, собирающаяся на поверхности очищаемой воды.

Удаление пены с поверхности воды производится, в основном, механическим путем, используя различные скребки, радиальные или в виде транспортеров. При любом виде механического удаления пены, необходим электропривод и различные конструктивные элементы. В работе [2] представлена схема принудительного удаления флотационной пены путем сдувания потоком воздуха. Пневматическое удаление пены имеет целый ряд преимуществ перед механическим. Во-первых, отсутствует механический привод, что приводит к значительному энергосбережению. Во-вторых, значительно упрощается регулирование, необходимое при изменении уровня поверхности жидкости, связанное с колебаниями расхода очищаемой воды.

Для рационального проектирования и организации аэродинамического сдува пены, необходимо оценить основные характеристики воздушной струи, определяющей удаление пены. Рассматривается следующая расчетная схема (рис. 1), в которой из щелевого канала постоянной ширины вытекает воздух. Образуется плоская изотермическая струя. Концевыми эффектами пренебрегаем, т.е. предполагается щелевой канал бесконечной длины. Это допущение справедливо, по [3], если отношение длины щели (l) к ее ширине (b) больше 20; ($l/b \geq 20$)

Исходными данными для расчета характеристик струи являются геометрические размеры щелевого канала и расход воздуха, G_c подаваемого в щель.

Размеры щели: l – длина, b – высота, G – расход.

По уравнению расхода определяется скорость истечения струи из сечения струи:

$$V_{\text{ср}} = \frac{G_c}{l \cdot b} \quad (1)$$

Эта средняя скорость струи, по мере удаления от нулевого сечения будет уменьшаться за счет расширения струи. Если ввести параметр, называемый калибром $\bar{x} = \frac{x}{b}$ – отношение текущего расстояния x на ширину щели, то по работе [3] при $\bar{x} = 14.4$, средняя скорость потока будет определяться соотношением:

$$V_{\text{ср}} = \frac{1,71}{\sqrt{\bar{x}}}, \quad (2)$$

В работе [2] схема аэродинамического сдува флотационной пены представляет собой кольцевое пространство с радиусом R , равным, или, несколько меньшим размеру аппарата очистки воды (рис. 2).

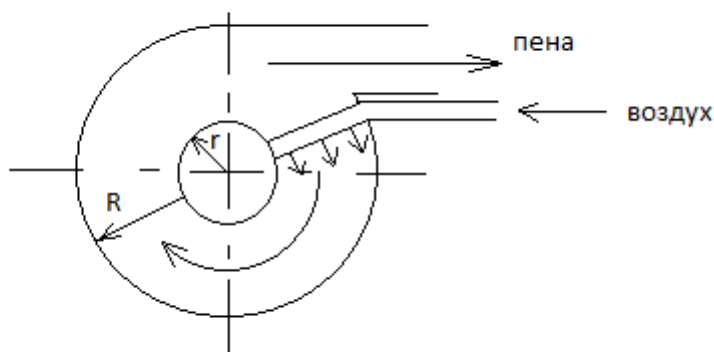


Рис. 2.

Сдуваемая пена потоком из щелевого канала движется по круговому пространству шириной $(R-r)$, где R – радиус корпуса аппарата, r – радиус емкости сбора осветленной воды. В работе [3] указывается, что соотношение (2) справедливо при условии, что отношении длины щели к ее ширине больше 20. Для проектируемого аппарата, при $R=0,5$ м, $r=0,2$ м и $b=4$ мм. Это отношение находится в пределах 75 и более.

Движение воздушного потока и слоя пены по кольцевому пространству не вносит значительных структурных изменений в характер течения, т.к. возникающие центробежные силы очень незначительны.

Проектирование устройства аэродинамического удаления пены заключается в выборе рациональной скорости потока пены в выходном сечении из пеносборника, при входе в патрубок пеноудаления. При недостаточной

скорости могут быть случаи запираания потока, из-за малого скоростного напора, недостаточно для преодоления входного сопротивления патрубка пеноудаления. Выбор обоснованной скорости потока в щелевом канале и общем расходе сдуваемого воздуха должен быть сбалансирован с расходом воздуха, подаваемого на флотацию:

$$G_c \geq G_{фл.} \quad (3)$$

Если неравенство (3) не будет выполняться, то объем флотационной пены будет непрерывно возрастать, и камера сбора пены будет переполняться, возможны эффекты запираания в патрубке отвода пены.

Если $G_c > G_{фл}$ то процесс удаления пены будет протекать качественно, но экономически это нецелесообразно, из-за повышенного расхода воздуха. По соотношению (2) определяют необходимую начальную скорость в нулевом сечении щелевого канала. По выбранной скорости, по соотношению (1) можно назначать геометрические размеры щелевого канала и определять необходимый расход воздуха. Из конструктивных соображений, можно при проектировании аппарата очистки, верхнюю часть корпуса, в зоне сбора флотационной пены, выполнить суживающей, что будет способствовать более плотной упаковке пенных пузырьков и повышению надежности сдува пены.

Литература:

1. Инженерно-экологический справочник. Т. 2. Калуга: изд. Н. Бочкаревой, 2003-884 с.
2. Устройство центробежно-флотационной очистки сточных вод. Патент RU на ПМ. №173778, Бюл. № 26. От 11.09.2017. Мингазетдинов И.Х., Закирова Л.И., Бурова И.Д., Лисин Р.А.
3. Аэродинамика вентиляции: учебное пособие для вузов. М. Стройиздат, 1979. – 295 с.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Мингазетдинов Идгай Хасанович¹, кандидат технических наук, профессор;

Смирнова Светлана Васильевна¹, кандидат технических наук, доцент;

Сагель Александра Олеговна², обучающаяся

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

²МБОУ «Лицей №145»

Аннотация: Описывается разработанная схема альтернативной энергетической установки с использованием гидродинамических излучателей и системой пьезоэлементов для получения электроэнергии.

Ключевые слова: энергетика, экология, волновая и приливная энергетика, гидродинамические излучатели, пьезоэлементы.

Мировая энергетика, в большинстве своём, основана на использовании углеводородных энергоносителей (нефть, газ, уголь, сланцы и др.). Сжигание таких энергоносителей создаёт серьёзные экологические проблемы, и эти ресурсы являются исчерпаемыми. В качестве замены традиционным видам энергоустановок, ведётся поиск и разработка альтернативных источников энергии: ветровые, волновые, приливные, биологические, с прямым преобразованием солнечной энергии, другие принципы и устройства.

Изучение литературных данных и патентные исследования в области альтернативных гидроэнергетических установок с использованием кинетической энергии движущейся воды показали, что имеется большое разнообразие гидродинамических устройств с использованием механических преобразователей (шарниры, рычаги, турбины, редуктора), в которых происходят значительные потери энергии и поэтому коэффициент полезного действия (к.п.д.) подобных устройств очень маленький [1].

В работе предлагается использовать энергию набегающего потока для генерирования кавитационных полостей, в которых при схлопывании развивается высокое давление. В дальнейшем, интегральное давление множества пузырьков, в виде кавитационного облака, воздействует на пьезоэлементы, расположенные ниже по течению, с обкладок которых энергетический потенциал передаётся в накопитель и далее - потребителю. В настоящее время, по предлагаемой схеме оформлена заявка на изобретение.

Предложенная схема гидродинамической установки показана на рис.1. Установка [2] состоит из нескольких элементов. Водосборная ёмкость 1 может быть приливной или волновой. При волновой водосборной ёмкости конструкция может устанавливаться на мелководье, где возрастает высота волн, и может быть организован концентратор. После водосборной ёмкости расположен водовод 2, в котором организован сток воды.

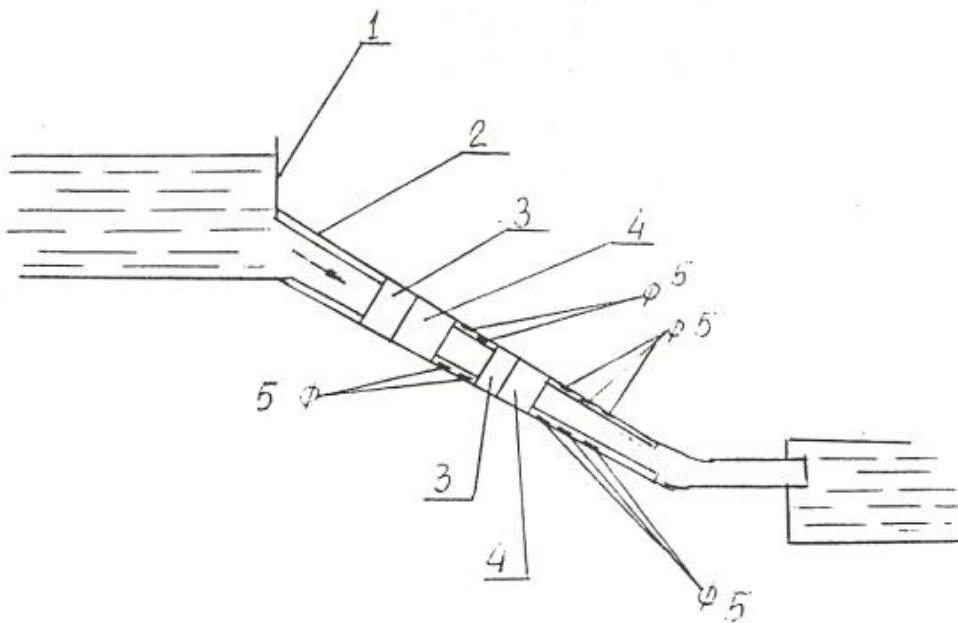


Рис.1 Схема гидродинамической установки

Водовод 2 может иметь в зависимости от объема ёмкости 1 несколько прямоугольных конфузорных канала 3, в которых, за счёт сужения, возрастает скорость течения воды. После узла разгона устанавливается гидродинамический излучатель 4 консольного типа, который начинает колебаться в акустическом или ультразвуковом диапазоне. Это определяется расчетной длиной излучателя и зависит от скорости набегающего потока. Колебания излучателя генерируют кавитационные полости, которые пульсируя движутся вниз по течению водовода 2. После зоны излучения на стенках водовода устанавливаются пьезодатчики 5, от которых отводятся электрические потенциалы. Для защиты стенок водовода от кавитационных разрушений вся внутренняя поверхность водовода вместе с пьезодатчиками покрыта эластичным защитным покрытием, через которое давление передаётся на датчики. В зависимости от количества воды в водосборной ёмкости и его размеров, может быть несколько водоводов, а в каждом водоводе может быть несколько последовательных ступеней гидродинамических излучателей, что значительно увеличит получаемую электрическую энергию.

Таким образом, вырабатывается электрический ток без использования различных механических преобразователей и КПД установки будет существенно выше.

Литература:

1. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие. А. да Роза. Пер. с англ. под ред. С.П. Малышенко, О.С. Попеля. Долгопрудный. Изд. дом «Интеллект», М.Изд. дом МЭИ. 2010, 704с.
2. Гидроэнергетическая установка. Заявка на изобретение №2017142-856 от 07.12.2017. Положительное решение от 30.07.2018 (Мингазетдинов И.Х., Смирнова С.В., Сагель А.О.).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО САПРОБНОСТИ ИНДИКАТОРНЫХ ВИДОВ МЕТОДОМ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГЕНА *COI* КОЛОВРАТОК

Фролова Людмила Леонидовна, кандидат технических наук, доцент

Хусаинов Артур Маратович, аспирант

Свердруп Антоний Элиас, обучающийся

ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования по сапробности индикаторных видов методом филогенетического анализа по гену *COI* коловраток. Анализ филогенетических деревьев показал, что индикаторные виды коловраток группируются по сапробности с высоким значением бутстрэп-анализа.

Ключевые слова: молекулярная филогения, сапробность, ген *COI*, индикаторные виды, коловратки

Как известно, в настоящее время коловратки используются в качестве индикаторов для определения качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям с применением индекса сапробности, например, по Пантле и Букку в модификации Сладечека [1].

Целью работы является исследование по сапробности индикаторных видов методом филогенетического анализа по гену *COI* коловраток пресноводных водоемов. Для построения филогенетических деревьев по гену *COI* индикаторных видов коловраток методами ближайших соседей (NJ) и максимальной экономии (MP) проведен поиск нуклеотидных последовательностей *COI* индикаторных видов коловраток в международной базе данных нуклеотидных последовательностей GenBank на сайте NCBI; Множественное выравнивание нуклеотидных последовательностей *COI* индикаторных видов пресноводных коловраток проведено в программе Clustal Omega, реконструкция и визуализация молекулярных филогенетических деревьев выполнены с помощью программы MEGA7. Статистическая значимость кластеров филогенетических деревьев, содержащих индикаторные виды коловраток по гену *COI*, оценивалась бутстрэп-анализом в 100 повторных псевдослучайных выборках.

В ходе исследования построены и проанализированы молекулярные филогенетические деревья по гену *COI* индикаторных видов коловраток методом ближайших соседей (Neighbour Joining method - NJ) и методом максимальной экономии (Maximum Parsimony method – MP) [2]. Анализ филогенетических деревьев показал, что около половины из 30 кластеров имеют бутстрэп значение больше 50%. Значение бутстрэп оценки (% от 100 реплик бутстрэпа) для MP_ и NJ_деревьев соответственно приведено рядом с узлом [3]. Ниже приведены примеры кластеров молекулярных

филогенетических деревьев, в которых сгруппированы индикаторные виды коловраток по одной или близкой сапробности.

На рис.1 представлены фрагменты филогенетических деревьев по гену *COI* индикаторных видов коловраток, содержащие кластеры с организмами, преимущественно олигосапробионтами. Из рис. 1а и 1б видно, что в один кластер сгруппировались организмы разных родов коловраток.



Рис.1. Фрагменты филогенетических деревьев по гену *COI* индикаторных видов коловраток, содержащие кластеры с организмами, преимущественно олигосапробионтами

На рис.2 представлены фрагменты филогенетических деревьев по гену *COI* индикаторных видов коловраток, содержащие кластеры с организмами, преимущественно бетамезосапробионтами. Из рис. 2а и 2б видно, что в один кластер сгруппировались организмы одного рода.

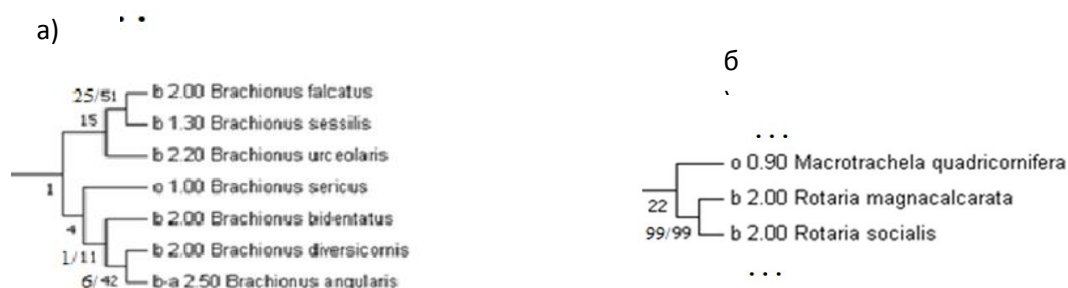


Рис.2. Фрагменты филогенетических деревьев по гену *COI* индикаторных видов коловраток, содержащие кластеры с организмами, преимущественно бетамезосапробионтами

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература:

1. Sladeček, V. Rotifers as indicators of water quality // Hydrobiologia, 1983. – V 100. – P. 169-201.
2. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ // Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – 56 С.
3. Zharkikh, A. and Li, W.H. Estimation of confidence in phylogeny: the complete-and-partial bootstrap technique // Mol. Phylogenet. Evol., 1995. – V 4. – P. 44-63.

СОДЕРЖАНИЕ

Направление. 1. Инженерная защита окружающей среды

<i>Яковлева А.В., Мингазетдинов И.Х.</i> Центробежно-фильтрационная установка для очистки сточных вод от взвешенных веществ	3
<i>Алексеева М.Ю., Шайхиев И.Г., Дряхлов В.О.</i> Исследование стадии деэмульгирования водонефтяных эмульсий	5
<i>Амирханова А.Р., Кулаков А.А.</i> Использование электрохимических методов очистки сточных вод	8
<i>Мухаметшина Е.С., Новикова С.В.</i> Защита приземного слоя атмосферного воздуха с помощью оперативного прогноза концентраций примесей в промышленной зоне	11
<i>Свергузова С.В., Бомба И.В., Воронина Ю.С.</i> Очистка маслосодержащих эмульсий листовым опадом вишни и рябины	14
<i>Галиакбарова Р.М., Мальцева С.А.</i> К вопросу об экологической целесообразности и экономической эффективности водоподготовки на предприятии ТЭЦ с использованием системы обратного осмоса	17
<i>Гидиятуллина И.И., Желовицкая А.В.</i> Эффективные методы и способы переработки отходов	20
<i>Гидиятуллина И.И., Желовицкая А.В.</i> Полусухой каталитический способ очистки выбросов мусоросжигательного завода	23
<i>Глуценко И.А., Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И.</i> Адсорбционная очистка отходящих газов мусоросжигательных заводов	26
<i>Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Горбунова Ю.В.</i> Система инженерной защиты города (Казань)	30
<i>Гумерова Г.И., Сибгатуллина О.С., Семенов Л.С.</i> Проектирование линии для переработки отходов строительства и сноса	33
<i>Желовицкая А.В., Скузлов А.А.</i> Анализ методов обработки сточных вод от ионов металлов	39
<i>Зубова О.А., Сакаева Э.Х.</i> Биоразлагаемые полимеры и перспектива их применения	42
<i>Ибрагимова Л.А.</i> Экология среды обитания как фактор, определяющий состояние кожного покрова человека	46
<i>Кабанов А.В., Мусахан Б.Д., Навасардян Е.С., Симакова Е.Н.</i> Извлечение товарного метана с полигонов твердых бытовых отходов	50
<i>Каримуллин Л.К., Петров А.М., Игнатьев Ю.А.</i> Динамика ферментативной активности серой лесной почвы, при различных уровнях нефтяного загрязнения	53
<i>Козловская Н.В., Сафиуллина А.И.</i> Анализ систем очистки бытовых вод на примере ООО «ЯНАУЛВОДОКАНАЛ»	56
<i>Кононова Р.В., Гоголь Э.В.</i> Обратноосмотический фильтр для доочистки сточной воды от ионов двухвалентной меди	61
<i>Лаптёнок С.А.</i> Концептуальные основы регистрации социально	64

значимых заболеваний с использованием пространственной компоненты	
<i>Максуткина А.С., Желовицкая А.В.</i> Способы контроля содержания ионов свинца в водном растворе методом атомно-абсорбционной спектроскопией	67
<i>Мифтахова А.Р., Степанова С.В.</i> Очистка вод от ионов алюминия альтернативным реагентом, полученным из плодовых оболочек зерен пшеницы	70
<i>Мухортова Л.И., Константинова Т.Г., Эндюськин В.П.</i> Рекультивация свалок твердых коммунальных отходов в чувашской республике	73
<i>Насыров И.А.</i> Зависимость производительности и эффективности очистки от гранулометрического состава продукта пиролиза иловых осадков	76
<i>Новикова Л.В., Гайсин А.Р., Мельникова А.В.</i> Оценка уровня экологического риска здоровью населения при употреблении рыбы из реки Шешма	79
<i>Селюнина Н.В., Лусина Е.Б., Перминова О.М.</i> Критерии оценки результативности и эффективности систем управления охраной труда	82
<i>Семина Е.И., Савельева А.А., Савельев С.Н., Дряхлов В.О., Шайхиев И.Г.</i> Исследование извлечения ионов тяжелых металлов из гальванических сточных вод реагентным методом	87
<i>Строганов В.Ф., Сагадеев Е.В., Хузин А.Ф., Бикмухаметова А.Р., Дорофеева А.М., Кайманова О.А., Мазанова Д.С.</i> Влияние введения углеродных нанотрубок на биостойкость минеральных строительных материалов	90
<i>Сундукова Е.Н., Мударисова Л.Р.</i> Совершенствование очистки сточных вод Буинского сахарного завода	94
<i>Фазуллин Д.Д.</i> Очистка нефтесодержащих сточных вод методом коалесценции	97
<i>Хуснутдинов А.Н., Николаева Л.А.</i> Сорбционная очистка серо-азотосодержащих газовых выбросов промышленных предприятий	100
<i>Шавалеева С.М., Гайнетдинова А.Ф.</i> Очистка выбросов цементного производства от твердых частиц	103
<i>Шавалеева С.М., Гараева Э.Ф.</i> Очистка сточных вод молочного производства от взвешенных частиц	106
<i>Шайдуллин И.Х., Алчинова В.А., Фридланд С.В.</i> Нейтрализация щелочных сточных вод растворами анолита и их влияние на биологическую очистку	109
<i>Ширниех А.А., Новоселова А.И.</i> Очистка сточных вод шахтного и карьерного производства	112

Направление 2. Экологическая и промышленная безопасность

<i>João Carmo, António José Morais, João Pedro Lam, Svetlana Morais</i> Environmental Sustainability in Construction.	
Reuse in RECOVERY of old buildings of brick and concrete debris as cladding mortar aggregates	118
<i>Нафикова Э.В., Александров Д.В.</i> Чрезвычайные ситуации, связанные с опасными геологическими явлениями: карстовые провалы	122
<i>Бокиев Б.Р., Умаров Б.У., Сафаров Б.Т., Шакатихои А.</i> Определение надежности работы систем водоснабжения	126
<i>Васильев А.В., Ганин А.И.</i> Систематизация методов снижения токсического воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду	130
<i>Васильев В.А., Васильев А.В., Яговкин Н.Г.</i> Исследование и оценка воздействий шума на окружающую среду и человека в квартале В-4 «Реконструкция К.502Б производства неконцентрированной азотной кислоты с целью увеличения мощности» ПАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»	133
<i>Вершинин А.А., Петров А.М., Кузнецова Т.В., Каримуллин Л.К.</i> Динамика микробного углерода в различных подтипах серой лесной почвы в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения	141
<i>Галиакбарова Р.М., Мальцева С.А.</i> Расчет технологических и конструктивных параметров обратно-осмотического модуля рулонного типа	145
<i>Горленко Н.В., Тимофеева С.С.</i> Оценка воздействия на поверхностные воды марковского нефтегазоконденсатного месторождения	149
<i>Иванова О.А., Дюпина Д.А., Новикова Ю.А., Лисин В.А.</i> О необходимости перехода на международный стандарт ISO 45001	154
<i>Лисин В.А., Мушинкина Д.С., Тухбатуллин Т.Р.</i> Современные способы обнаружения возгорания	158
<i>Игонин Е.И., Шагидуллин Р.Р.</i> Защита атмосферного воздуха от негативного воздействия при обращении с твердыми коммунальными отходами	162
<i>Крошечкина И.Ю., Лагутина А.Д., Шаталин А.А.</i> Актуальные вопросы оценки качества отработанного балластного слоя железнодорожных магистралей	166
<i>Лаптёнок С.А.</i> Анализ эколого-эпидемиологических рисков с использованием метода пространственно-атрибутивной категоризации геоэкологических данных	170
<i>Латыпова В.З., Шакирова Ф.М., Никитин О.В., Степанова Н.Ю., Мухаметшин Ф.Ф.</i> Анализ основных процессов, в наибольшей степени угрожающих качеству водных и водных биологических ресурсов волжских водохранилищ	174

<i>Леонова М.С., Тимофеева С.С.</i> Повышение экологической эффективности и улучшение условий труда кремниевого производства при использовании методики окомкования шихтовых материалов	178
<i>Лисин В.А., Муцинкина Д.С., Тухбатуллин Т.Р.</i> Современные способы обнаружения возгорания	183
<i>Лисина Е.Б., Котлякова С.А., Шемякина Н.В.</i> Управление безопасностью в образовательных учреждениях	186
<i>Магизова Э.Ф., Степанова С.В., Шайхиев И.Г.</i> Поиск путей очистки стоков от ионов тяжелых металлов с использованием реагентов, полученных из отходов злаковых культур	189
<i>Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В.</i> Генотоксичность белого фосфора и способ его стерилизации	192
<i>Мурзин М.А., Тимофеева С.С.</i> Оценка экологического ущерба окружающей среде байкальского региона от деятельности угледобывающей промышленности,	195
<i>Никитченко Н.В., Гаврилов М.М.</i> Модернизация производств окисленных нефтяных битумов по снижению выбросов в атмосферу	200
<i>Новикова Ю.А., Иванова О.А.</i> Предложения по повышению эффективности очистки сточных вод на МУП «ИЖВОДОКАНАЛ»	203
<i>Новоселова А.И., Ширниех А.А.</i> Создание комфортных условий для активного ила – самая важная задача высокоэффективной очистки сточных вод	207
<i>Сабирьянов А.Г.</i> Использование искусственных сооружений железных дорог для экологического мониторинга и контроля	210
<i>Севастьянов Б.В., Кайшева Т.А., Котлякова С.А., Маркова А.Н.</i>	
<i>Ушакова А.О.</i> Обзор информационных систем по обеспечению системы управления охраной труда	212
<i>Спирина О.В., Белосохова Д.С.</i> Негативная роль нефтепродуктов в природных водах волжского бассейна	215
<i>Токинова Р.П.</i> О возможности рекреационного использования охраняемых водно-болотных угодий Казани	219
<i>Файзуллин А. Р., Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И.</i> Оценка и влияние загрязнения атмосферного воздуха на экологическую безопасность городской среды	222
<i>Халилов И.Х., Шарифов Д.А., Нажмуддинов Ш.З., Юнусов М.Ю., Бадалов А.</i> Переработка отработанных смазочных материалов местными бентонитами Таджикистана	225
<i>Халилов И.Х., Бокиев Б.Р., Самаров Ш.Ш., Бадалов А.</i> Очистка производственных сточных вод природными сорбентами Таджикистана	228
<i>Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф., Магдеева А.Р., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин Р.Р.</i> Обеспечение снижения загрязнения атмосферного воздуха при неблагоприятных метеоусловиях	231

<i>Шарифов Д.А., Халилов И.Х., Нажмуддинов Ш.З., Тошев М.А., Бадалов А.</i> Технические масла и смазочные материалы – физико-химические свойства, применение и экология	236
<i>Юхно А.И., Плуготаренко Н.К.</i> Моделирование зависимости концентрации хлорорганических соединений от параметров качества воды при обеззараживании	239
<i>Абдрахимова Д.Р.</i> Обоснование методики диагностики состояния дистресса на основе оценки экофакторов и ЭЭГ	242
<i>Гизамова А.Р., Муфаздалова А.Н.</i> Структурный синтез акушерского монитора с учетом влияния экологических факторов	244
<i>Миннуллина А.М.</i> Разработка системы мониторинга параметров мочевыделительной системы под влиянием техногенных процессов	246
<i>Муфаздалова А.Н., Гизамова А.Р.</i> Влияние экологической обстановки на женское здоровье и разработка методики его диагностики	250

Направление 3. Экологический мониторинг и контроль

<i>Александрова А.Б., Иванов Д.В., Валиев В.С., Шамаев Д.Е., Мустафина Л.К., Шурмина Н.В.</i> Оценка интенсивности водной миграции азота и фосфора в р. Казанка	253
<i>Ахтареев А.В., Кремлева Н.В.</i> Приборы очистки сбросов сточных вод химического предприятия от СПАВ	256
<i>Богданова О.А., Мустафина Л.К., Шурмина Н.В., Абдуллина Ф.М.</i> Сезонная динамика распределения биогенных элементов в озере средний Кабан	258
<i>Габдрахманова Г.Н., Файзуллин Р.И., Валиев В.С.</i> Модификация цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения для обеспечения физиологической полноценности питьевых вод	261
<i>Григорьева И.Г., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С.</i> Интегральная оценка аэро-техногенного воздействия на население (на примере г. Нижнекамск)	265
<i>Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С.</i> Применение биосенсоров в мониторинге окружающей среды	270
<i>Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Сибгатуллина О.С.</i> Ферментсодержащие сенсоры для контроля эмиссии ксенобиотиков к окружающей природной среде	273
<i>Севастьянов Б.В., Домарацкая Е.А., Лисин П.А.</i> Направления повышения конкурентоспособности деревообрабатывающего производства на основе оценки его экологичности	276
<i>Ельчанинов А.В.</i> Вероятностное определение фильтровальной способности микронных сеток	280

<i>Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Валиев В.С., Маланин В.В., Марасов А.А., Хасанов Р.Р., Шамаев Д.Е.</i> Оценка уровня загрязненности донных отложений озера нижний кабан г. Казани в районе расположения фитоочистных сооружений	284
<i>Красногорская Н.Н., Мусина С.А., Белозерова Е.А.</i> Сравнительный анализ различных форм биоплато для очистки сточных вод урбанизированной территории	289
<i>Латыпова Т.Р., Степанова Н.Ю.</i> Математическая модель для повышения надежности интерпретации результатов биотестирования	293
<i>Линева О.С., Мальцева С.А.</i> Определение концентрации аммиака и сероводорода в атмосферном воздухе г. Казани	296
<i>Линева О.С., Мальцева С.А., Шагидуллин А.Р.</i> Оценка поступления компонентов выбросов автотранспорта на локальном уровне	299
<i>Магдеева А.Р., Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф.</i> Ограничение передвижения транспортных средств, как инструмент охраны атмосферного воздуха в Нижнекамске	303
<i>Мельникова А.В.</i> Экологическое состояние нижнекамского водохранилища по ЗООБЕНТОСУ В 2017 Г.	308
<i>Мустафина Л.К., Шурмина Н.В., Богданова О.А., Абдуллина Ф.М.</i> Показатели содержания органических веществ в природных водах бассейна реки Казанки	311
<i>Николаева Л.А. Зайнуллина Э.Р.</i> Утилизация отхода энергетики в химических технологиях промышленных предприятий	314
<i>Новикова С.В., Тунакова Ю.А., Шагидуллин А.Р., Валиев В.С., Габдрахманова Г.Н.</i> Синергетическая нейро-экспертная модель на основе SOM-КАРТ для интегрального анализа экологических объектов	318
<i>Петров А.М., Вершинин А.А., Князев И.В., Зайнулгабидинов Э.Р.</i> Эмиссия CO ₂ загрязненной нефтью серой лесной почвы в длительном модельном эксперименте	322
<i>Шипилова Р.Р., Шагидуллин А.Р., Магдеева А.Р.</i> Ранжирование участков автомагистралей по степени вклада в уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории города г. Казани	325
<i>Платонова М.С., Гоголь Э.В., Собина В.Б. Шукарёва П.С.</i> Параметры, оказывающие воздействие на результат анализа содержания кадмия в депонирующих средах	330
<i>Сабанаев Р.Н., Никитин О.В., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Яковлева О.Г.</i> Мониторинг р. Казанки и выпусков ливневых сточных вод с территории г. Казани в Казанский залив Куйбышевского водохранилища: оценка привноса взвешенного вещества	332
<i>Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И., Гоголь Э.В.</i> Оценка потенциально опасных компонентов, влияющих на газовые выбросы при термической переработке ТБО	335
<i>Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И., Гоголь Э.В.</i> Обзор существующих методов определения тяжелых металлов при термической утилизации	342

<i>Собина В.Б., Гоголь Э.В., Платонова М.С., Шукарёва П.С.</i> Влияние изменения кислотности среды на оценку влияния токсикантов при биотестировании	346
<i>Спирина О.В., Белосохова Д.С.</i> Анализ экологического состояния поверхностных водных объектов республики Татарстан	348
<i>Тагиров Р.М.</i> Оценка состояния почвенного покрова городских почв на примере парков «ЧЕРНОЕ ОЗЕРО» И «ЛЕНИНСКИЙ САД» г. Казани	352
<i>Филиппов А.В., Кирсанов В.В.</i> Определение средней нагрузки на активный ил с учетом коэффициента неравномерности	355
<i>Филиппов А.В., Кирсанов В.В.</i> Методика расчета параметров трехкоридорного аэротенка для биоочистки производственных сточных вод с нестабильной концентрацией поллютантов	358
<i>Шагидуллин Р.Р., Гилязова А.Ф., Магдеева А.Р., Тунакова Ю.А.</i>	
<i>Шагидуллин А.Р.</i> Организация инструментального мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Казани)	361
<i>Григорьева И.Г., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С., Новикова К.Н.</i> Маркер аэро-техногенного поступления приоритетных загрязняющих веществ в урбоэкосистему	365
<i>Шагидуллин А.Р., Тунакова Ю.А., Новикова К.Н.</i> Расчетное определение содержания частиц рм в приземном слое атмосферного воздуха (на примере г. Казань)	368
<i>Шукарёва П.С., Гоголь Э.В., Платонова М.С., Собина В.С.</i> Электрохимический метод анализа содержания тяжелых металлов в депонирующих средах	372

Направление 4. Экологическая химия

<i>Гумерова Г.И., Сибгатуллина О.С., Теляшева Л.Р.</i> Методика определения свинца в депонирующих средах	374
<i>Изибаев А.В.</i> Хроматографический метод проверки анализа водопроводных вод	379
<i>Линева О.С., Изибаев А.В., Мальцева С.А., Чудакова О.Г.</i> Пламенно-ионизационный газовый хроматограф для контроля загрязняющих веществ нефтехимического предприятия	382
<i>Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К.</i> Устойчивость к белому фосфору штаммов черного аспергилла	386
<i>Овчинников В.В.</i> Уменьшение концентрации ионов свинца и ртути в воде при применении в качестве экстрагентов аминокислот	389
<i>Филиппов А.В., Кирсанов В.В.</i> Свойства хлорорганических соединений, образуемых при хлорировании воды	391
<i>Хисамова А.М., Грачев А.Н., Кулагина В.И., Забелкин С.А.</i> Оценка воздействия продукта пиролиза илов сточных вод на содержание подвижного калия в почве	394

<i>Вершинин А.А., Каримуллин Л.К., Петров А.М.</i> Протеазная активность загрязненной нефтью светло-серой лесной почвы в условиях длительного эксперимента	397
<i>Зайнулгабидинов Э.Р., Игнатьев Ю.А., Петров А.М.</i> Влияние влажности и внутрипочвенных характеристик на соотношения н-алканов в нефтешагрязненных серых лесных почвах	400
<i>Кузнецова Т.В., Петров А.М., Игнатьев Ю.А.</i> Влияние длительного пресса нефтяного загрязнения на динамику численности компонентов микробценоза темно-серой лесной почвы	403
<i>Рязанов С.С.</i> Региональная полиэлементная оценка содержания тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан	407
<i>Ахтареев А.В., Кремлева Н.В.</i> Комбинированная очистка сточных вод производства пестицидов	410
<i>Закирова Л.И., Мингазетдинов И.Х.</i> Аэродинамическое удаление флотационной пены в устройствах очистки промышленных сточных вод	413
<i>Мингазетдинов И.Х., Смирнова С.В., Сагель А.О.</i> Альтернативная энергетика с использованием гидроэнергетической установки	416
<i>Фролова Л.Л., Хусаинов А.М., Свердруп А.Э.</i> Исследование по сапробности индикаторных видов методом филогенетического анализа гена <i>COI</i> коловраток	418

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ – XVIII

СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ (ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ)

Казань, 27 – 29 сентября 2018 г.

Материалы конференции опубликованы в авторской редакции.
За содержание докладов и перевод на английский язык ответственность несут авторы

Компьютерная верстка – Р.Р. Шипилова

Подписано в печать 30.11.18
Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 49,76. Тираж 22 экз. Заказ В93.

Издательство КНИТУ-КАИ
420111, Казань, К. Маркса, 10

ISBN 978-5-7579-2351-2