

ТЕХНОСФЕРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 00

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УФ-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ

М.В. Беднова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

Такие вещества как аммиак, оксиды азота, сернистый ангидрид, фтористый водород, сероводород, хлор, хлористый водород и др., находящиеся в газообразном состоянии, из-за своей высокой химической активности получили название агрессивных газов. Они находят применения в различных сферах деятельности человека, начиная от промышленных производств, заканчивая сферой здравоохранения. Отличительной чертой упомянутых компонентов является их высокая токсичность. Поэтому контроль таких компонентов в настоящее время остается актуальной задачей.

Проблема количественного определения агрессивных газовых компонентов решается с помощью широкого парка газоаналитического оборудования. Современные средства контроля агрессивных газов имеют различные принципы действия, основанные на физико-химических свойствах контролируемых компонентов. Таковыми, например, являются оптические методы.

К оптическим методам относятся рефрактометрический, поляриметрический, абсорбционные методы.

Рефрактометрический метод основан на измерении показателя преломления вещества, по значению которого можно определить его содержание в смеси. Поляриметрический метод основан на свойстве некоторых веществ изменять направление световых колебаний. Абсорбционные методы основаны на поглощении электромагнитного излучения анализируемыми веществами.

Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера интенсивность монохроматического излучения ослабляется при его прохождении через поглощающую среду. Пучок монохроматического света интенсивностью I_0 , пройдя через слой поглощающего вещества толщиной l , выходит ослабленным до интенсивности I , определяемой выражением

$$I(l) = I_0 e^{-k_\lambda l},$$

где k_λ – показатель поглощения – коэффициент, характеризующий свойства вещества; зависит от длины волны λ поглощаемого света, и эта зависимость называется спектром поглощения вещества. Показатель поглощения может быть записан в виде:

$$k_\lambda = \chi_\lambda C,$$

где C – концентрация вещества, χ_λ – коэффициент, не зависящий от C и характеризующий взаимодействие молекулы поглощающего вещества со светом с длиной волны λ .

Таким образом, измеряемая интенсивность поглощения излучения длиной волны λ после прохождения поглощающего слоя толщиной l тесно связана с концентрацией определяемого компонента.

Обычно при измерениях используются понятия относительного пропускания (отношения интенсивности излучения после прохождения поглощающего слоя к исходной интенсивности излучения) и относительного поглощения.

Такие агрессивные газовые компоненты как диоксид серы, оксид и диоксид азота, имеют характерное поглощение в ультрафиолетовой области спектра в диапазоне длин волн

от 190 до 450 нм, поэтому одним из достоверных методов их контроля является метод абсорбционной УФ-спектроскопии.

Каждый компонент имеет свой характерный вид спектра поглощения (пропускания), позволяющий провести его идентификацию. Например, спектр пропускания диоксида серы имеет выраженный минимум при длине волны 300 нм.

Таким образом, для контроля агрессивных газов на основе диоксида серы, оксида и диоксида азота применяется метод УФ-спектроскопии.

Газоаналитическое оборудование, реализующее этот метод, является высоко селективным и имеет хорошую оперативность. Перечисленные преимущества абсорбционных газоанализаторов наряду с высокой концентрационной чувствительностью, конструктивной простотой и сравнительно невысокой стоимостью делают их особо привлекательными для работы в условиях промышленных производств.

УДК 504.064.37

ДИАГНОСТИКА РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

В.В. Елизаров

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

Среди различных экологических бедствий лидирующее место по тяжести последствий занимают чрезвычайные происшествия на атомных объектах («Селлафилд» – Великобритания, 1957; Чернобыль – Украина, 1986; Фукусима – Япония, 2011 и т.д.). В таких случаях определяющим фактором радиоактивного загрязнения среды являются изотопы инертных газов, цезия, йода, стронция, кобальта и других.

К основным характеристикам радиационной обстановки, подлежащим оперативным измерениям или оценке с помощью мобильных средств радиационного мониторинга, относятся мощность экспозиционной дозы γ -излучения, изотопный состав основных дозообразующих нуклидов, данные о поверхностном загрязнении (мощность α - или β -излучения), концентрация радионуклидов в воздухе. Именно эти параметры определяют краткосрочную прогнозируемую дозу и требуют оперативной оценки. В соответствии с измеряемыми характеристиками производится выбор средств измерений (дозиметров, радиометров или спектрометров). Достоверность оценки и прогнозирования радиационной безопасности окружающей среды на региональном уровне (площадь 20–30 тыс. км²) требует развития особых методов и средств мониторинга и контроля, сочетающих экстремально высокую чувствительность, на уровне $n \cdot 10$ ppb, где $n=1-5$, и гипер/ультра-спектральную селекцию при дистанционном поиске химических веществ и соединений, являющихся индикаторами природного и техногенного загрязнения радионуклидами.

Современные методы радиационной разведки и радиационного мониторинга достаточно успешно справляются с поиском и локализацией радиоактивных загрязнений гамма-излучающими нуклидами. Однако вопрос дистанционного обнаружения чистых бета-радиоактивных (например, стронций-90) и большинства альфа-радиоактивных выбросов не может быть решен ядерно-физическими методами.

На текущий момент лучшие образцы серийных спектрометров, производимые отечественными и зарубежными фирмами, имеют дальность не более 50 м вследствие фундаментальных ограничений пассивных методов диагностики. Для обнаружения ультрамалых концентраций радионуклидов ($10^{10}-10^{12}$ см⁻³) в атмосфере на больших расстояниях (более 100 м) необходимо применение активных методов дистанционного зондирования, а именно лидаров, размещенных на подвижных платформах. В этой связи дистанционная лазерная спектроскопия может служить высокоэффективным методом поиска

и обнаружения как гамма-, так и чистых альфа-бета-активных радионуклидов, особенно в чрезвычайных ситуациях с радиоактивным фактором. Ее преимущества по сравнению с традиционными, например, физико-химическими (забор проб), либо стандартными радиометрическими (радиометры и γ -спектрометры) – следующие: дистанционность, возможность непрерывного площадного и профильного сканирования с одновременным определением широкого набора радиоактивных элементов и соединений, а также высокая чувствительность и скорость детектирования. Лидарная техника позволяет проводить детальный анализ состояния окружающей среды и фоноцелевой обстановки по спектральным характеристикам в условиях существенно ниже предела обнаружения наблюдательных систем.

Цель работы состоит в обосновании способности обнаруживать радионуклиды, обладающие ярко выраженной β -активностью и ранее не обнаруживаемые иными дистанционными средствами, а также определять их изотопный состав.

Как известно, спектры радионуклидов характеризуются частотными сдвигами, при этом каждая изотопическая структура отличается соответствующими массовыми числами и числом нейтронов. Например, изотопам стронция Sr^{86} , Sr^{90} и Sr^{84} соответствуют частотные сдвиги относительно стабильного Sr^{88} , равные $5,8 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$, $11,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$ и $12,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$. Следовательно, идентификация дозообразующих нуклидов возможна лишь с помощью измерительных средств, обладающих очень высоким спектральным разрешением. Использование гипер/ультра-спектральной аппаратуры ($\lambda/\Delta\lambda \gg 100$) позволяет исключить перекрытие спектральных линий искоемых радионуклидов при лазерном зондировании зараженных территорий и объектов и идентифицировать тот или иной изотоп.

Широкий диапазон регистрируемых и определяемых в реальном масштабе времени радионуклидов в окружающей среде при лазерном зондировании, предельно высокая чувствительность и избирательность, повышенная помехозащищенность, низкое энергопотребление, обработка и вывод информации в реальном масштабе времени, оптимальные массо-габаритные характеристики выгодно отличают эксплуатационные качества дистанционной лазерной радарной аппаратуры от уже существующих систем радиационного мониторинга. Перечисленные свойства были реализованы в разработанном бортовом лидаре с ультраспектральным разрешением ($\lambda/\Delta\lambda > 1000$).

Отличительная особенность лидарной системы состоит в способности дистанционно обнаруживать источники радиационных утечек и выбросов в атмосферу, а также работать с большими зараженными территориями. Таким образом, достигается полная безопасность операторов при проведении радиационного контроля.

УДК 334.021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РОССИИ

О.М. Епинина

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

По официальным данным в Российской Федерации объемы твердых бытовых и промышленных отходов увеличиваются с каждым годом, и вместе с тем увеличивается их органическая составляющая, а возможности для размещения продолжают уменьшаться.

Из всего потока отходов в РФ используется лишь 28,6% от общего количества промышленных отходов, а уровень переработки ТБО не достигает и 5%.

Как показывает европейский опыт обращения с отходами, в странах Европейского союза используются все направления обращения с отходами в разных соотношениях. Германия, Голландия и Бельгия отдают предпочтение переработке и сжиганию

сортированных отходов, практически отказываясь от захоронения, Швеция размещает на полигоне менее 10%, а перерабатывает и сжигает остальные отходы практически в равных долях, Франция разделила три потока поровну: треть перерабатывает, треть сжигает, треть компостирует. Кроме этого, в Германии, Австрии и Швейцарии около 11 лет назад были приняты законы, запрещающие размещение необработанных отходов в связи с высокими показателями санитарно-эпидемиологической опасности и экологического ущерба, наносимого свалками атмосферному воздуху и грунтовым водам, а также в связи со значительным парниковый эффект указанных объектов. Страны бывшего СССР и Восточной Европы по-прежнему широко практикуют захоронение отходов.

Ряд европейских директив сегодня предписывает перечень мер, которые должны предпринимать страны-члены ЕС в области переработки отходов. В частности, указывается, что переработка отходов посредством вторичного использования, восстановления или любого другого процесса, предусматривающего извлечение вторичного сырья, или использование отходов в качестве источника энергии является утилизацией. Т.е. термические методы переработки отходов (сжигание) с выработкой тепловой и электрической энергий приравниваются к их утилизации, а не уничтожению отходов как это было ранее. Несмотря на то, что в Европе широко используется селективный сбор и повторное использование отходов, количество направляемых на термическую переработку отходов также увеличивается, и за последние три года данный показатель увеличился до 36%. Заводы по термическому обезвреживанию отходов в Европе в основном соответствуют современному уровню развития науки и техники.

В РФ по данным Росприроднадзора всего насчитывается не более десяти крупных мусоросжигающих заводов. И только часть из них идет по пути «энергетической утилизации органической части отходов», т.е. в буквальном смысле сжигания отходов (инсинерации или термического обезвреживания), в процессе которого происходит термолиз их органической составляющей. Результатом этого процесса являются в первую очередь дымовые газы, обладающие энергетическим потенциалом, который может быть использован в процессах рекуперации с дальнейшей выработкой пара и электроэнергии. Обычно для целей утилизации тепла и производства электроэнергии инсинераторное оборудование дооснащают котлом-утилизатором и паротурбинной установкой.

Для максимального улучшения качества органического сырья в составе отходов на таких предприятиях внедряется ручная и механическая сортировка в качестве предварительной меры обработки потока отходов. Сортировка отходов позволяет отобрать ценное сырье для его вторичной переработки; отделить мокрую фракцию (пищевую) для последующего компостирования; выделить особую фракцию, представляющую экологическую опасность для дальнейшего использования в термических процессах; повысить теплотехнические и экологические показатели оставшейся части потока отходов, которая в дальнейшем используется в качестве сырья на термическую утилизацию.

Благодаря процессу сортировки, низшая теплота сгорания отходов, предназначенных для термической утилизации может достигать 8–10 МДж/кг, а по содержанию золы, влаги, серы и азота характеристики этих отходов будут практически соответствовать аналогичным характеристикам бурого угля.

Сегодня на рынке РФ представлен широкий спектр технологий термической утилизации отходов, реализованных в различных конструктивных исполнениях. Широко известными являются: классическая технология инсинерации отходов; низкотемпературный пиролиз, направленный на получение жидкой фракции в качестве конечного продукта («синтетическая нефть»), высокотемпературный пиролиз и газификация – процессы, направленные на получение целевого высококалорийного газообразного продукта («синтез-газ»).

В условиях разнообразия технологий и факторов, влияющих на процессы утилизации, перспективными направлениями дальнейших исследований сегодня является решение следующих технических задач:

- исследование критериев целесообразности применения термических технологий с учетом местных условий отдельных регионов РФ;
- выбор перспективной для РФ технологии термической утилизации отходов с учетом принятых систем сбора и транспортировки;
- исследование конструкционных и технологических особенностей организации процессов термической утилизации;
- оптимизация технологий термической утилизации и их отдельных элементов с учетом экологических аспектов и принципов наилучших доступных технологий;
- экономическая оценка термических технологий, представленных на рынке РФ.

По результатам предварительных исследований и изучению зарубежного опыта можно утверждать, что сегодня наиболее эффективной является технология прямого контролируемого сжигания (инсинерации) отходов, где термическая утилизация отходов происходит в камере сжигания, например, конструктивно исполненной в виде барабанной вращающейся печи производительностью до 5 т/час при температуре 800–900°C. Дымовые газы в этой технологии подвергаются нескольким стадиям обработки: во-первых происходит рекуперация их энергии, а во-вторых, производится трехступенчатая очистка газов термическими, химическими и механическими методами. Данная технология требует наименьшей подготовки отходов к процессу обезвреживания, позволяет утилизировать отходы в любом фазовом состоянии, не требует высоких капитальных и эксплуатационных затрат по сравнению с другими термическими технологиями утилизации, и вследствие этого является перспективной.

УДК 00

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО БЕЗОПАСНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ ВЗРЫВООПАСНЫХ И ГОРЮЧИХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Е.Э. Житнухина

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

Предприятиям нефтегазоперерабатывающей, добывающей, энергетической, химической отраслей промышленности для обеспечения собственной промышленной безопасности требуется проведение ряда работ, одной из основных задач которых является контроль воздуха рабочей зоны и контроль технологических процессов, решаемая с помощью применения различных аналитических приборов и методик.

Для проверки, калибровки, градуировки таких средств измерения используют поверочные газовые смеси, в состав которых входят взрывоопасные и горючие газы.

Целью работы является разработка наиболее оптимального алгоритма процесса производства газовых смесей на основе взрывоопасных и горючих газов на всех этапах производства, учитывая соблюдение правил техники безопасности.

Горючие газы – газообразные вещества, способные гореть. Взрывоопасные газы – горючие газы, способные образовать с воздухом взрывчатую смесь.

Стандартные образцы утвержденного типа включают в себя следующие горючие компоненты: предельные и непредельные углеводороды, H_2 , CO (окись углерода), NH_3 , H_2S и др. Предельные углеводороды – это углеводороды, в молекулах которых имеются только простые (одинарные) связи ($C1...C20..$). Предельными углеводородами являются алканы и циклоалканы. Непредельные углеводороды – углеводороды с открытой цепью, в молекулах которых между атомами углерода имеются двойные или тройные связи.

В соответствии с ГОСТ 51330.19 для компонентов установлены характеристики НКПР и ВКПР (нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени) в воздухе при атмосферном давлении и температуре 20°C.

Нижний (верхний) концентрационный предел распространения пламени (НКПРП и ВКПРП) – минимальная (максимальная) концентрация горючего вещества (газа, паров горючей жидкости) в однородной смеси с окислителем (воздух, кислород и др.) при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания (открытое внешнее пламя, искровой разряд).

Поверочные газовые смеси с дозврывоопасными концентрациями компонентов в воздухе изготавливаются до максимального суммарного содержания 50% от НКПР. Это делается для обеспечения безопасного изготовления и использования самой поверочной газовой смеси (чтобы она не была источником опасности).

Для обеспечения безопасности изготовления применяются специальные алгоритмы расчета НКПР.

Кроме опасности взрыва, связанной с областью горения, существуют и другие:

- полимеризация углеводородов с выделением тепла (например, C_2H_2);
- экзотермические химические реакции без O_2 (например, $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$).

Экзотермическая реакция – химическая реакция, сопровождающаяся выделением теплоты.

Для таких случаев в базу данных также вводятся дополнительные ограничители.

Все требования к поверочным газовым смесям указываются в Методике поверки приборов или методике измерений. Но зачастую заказчики совершают ошибки, которые необходимо исправить при формировании КП и заявки для работы по производству газовых смесей. Т.е. на предприятии, занимающемся производством поверочных смесей на основе взрывоопасных и горючих газов, необходимо проводить обязательный анализ входящих заявок и соблюдать правила оформления КП.

Делается акцент на работу с заявками от заказчиков, корректное и правильное составление предложения заказчику для решения им своих производственных задач, на соблюдение техники безопасности на производстве.

УДК 543

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГАЛОГЕН- И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.В. Забалова

Научный руководитель – к.б.н., доцент А.В. Кабанов

Краткое введение. Определение примесей в природных и технических объектах является одной из наиболее важной и трудной задачей аналитической химии. Большое значение имеют высокочувствительные методы определения вредных примесей в воздухе, воде, промышленных полупродуктах и т.д. Метод газовой хроматографии универсален для летучих веществ, обладает большой чувствительностью детекторов, подходит для количественного определения без использования специальных приемов примесей, концентрации которых в 100 и менее раз ниже содержания основного компонента.

Цель работы. Одна из основных проблем XXI века – загрязнение окружающей среды.

Вредные вещества, образующиеся при сжигании отходов и топлива, выбросы химической промышленности, антропогенная деятельность негативно сказывается на состоянии воздуха, воды, почвы. Часто необходимо знать точное содержание вредных веществ, содержание которых намного ниже основного компонента. Для таких целей,

как нельзя лучше, подходит газовая хроматография. Целью работы являлось исследование возможностей этого метода на примере определений таких вредных веществ, как ДДТ, дихлорэтан, карбофос, дихлофос методом газовой хроматографии. Изучалась точность определения содержания вредных веществ в природных средах.

Базовые положения исследования. Газовый хроматограф состоит из газового баллона, содержащего подвижную инертную фазу (газ-носитель), чаще всего гелий, азот, аргон и др. С помощью редуктора, уменьшающего давление газа до необходимого, газ-носитель поступает в колонку, представляющую собой трубку, заполненную сорбентом или другим хроматографическим материалом, играющим роль неподвижной фазы. Для непрерывного измерения концентрации разделяемых веществ в газе-носителе в комплекс газового хроматографа входит несколько различных детекторов (катарометр, пламенно – ионизационный детектор, ДЭЗ, термоионный или NPD). Общее число газовых хроматографов, эксплуатируемых в мире, измеряется сотнями тысяч. Были изобретены высокочувствительные пламенно-ионизационный и ионизационный детекторы. Современный газовый хроматограф оснащается компьютером (иногда такое устройство обслуживает одновременно несколько хроматографов), которое, получив сигнал от детектора, осуществляет качественную и количественную расшифровку результатов анализа и выдает данные по содержанию индивидуальных компонентов. Серия газовых хроматографов «Хроматэк-Кристалл» является одной из наиболее оптимальных серий газовых хроматографов способных решать широкий круг хроматографических задач. Наиболее распространены марки «Кристалл 2000М», «Хроматэк-Кристалл 5000», «Хроматэк-Газохром 2000».

Основной результат. Дана оценка современного состояния количественного анализа галоген- и фосфорсодержащих вредных веществ, загрязняющих окружающую среду. Метод газовой хроматографии дает возможность определять микропримеси в различных продуктах, нижний предел определения достигает 10%. Метод газовой хроматографии можно использовать и для анализа нелетучих веществ при повышенном давлении. Хроматографическую аппаратуру широко применяют на технологических установках нефтяной и химической промышленности, причем не только для контроля производства, но и для автоматического регулирования. Одним из главных преимуществ газовой хроматографии – экспрессность. Более надежные и более детальные результаты можно получить в течение нескольких минут и даже секунд. Расшифровка результатов хроматографического анализа достаточно проста.

Таким образом, газовая хроматография является универсальным методом, позволяющим использовать однотипную аппаратуру для анализа различных веществ и физико-химических исследований. Творческое применение различных вариантов газовой хроматографии, правильный выбор схемы анализа, сорбента, температуры, детектора требуют от исследователя глубокого понимания физико-химических основ метода, знания основных способов проведения процесса и навыков, позволяющих в каждом отдельном случае находить наиболее рациональный путь решения поставленной задачи.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СОКОВ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.В. Завьялова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.Е. Копыльцова

В настоящее время происходит изменение законодательства Российской Федерации с целью обеспечения требований по соблюдению производителями экологических нормативов и стандартов и стимулирования перехода к использованию наилучших доступных технологий (НДТ). Вступление России во Всемирную торговую организацию, произошедшее в августе 2012 г., в ближайшем будущем потребует от предприятий приведения технологии производства и продукции в соответствие с требованиями международных экологических стандартов. Предприятия будут вынуждены в сжатые сроки модернизировать производство. Нормативно-правовая база для перехода на комплексные экологические разрешения и нормирование негативного воздействия на окружающую среду на основе НДТ находится на стадии разработки.

На данный момент, создана нормативно-методическая база для определения НДТ в энергетике, производстве строительных материалов и некоторых других отраслях (серия государственных стандартов в области ресурсосбережения), однако, для пищевой промышленности критерии и показатели НДТ отсутствуют.

В Европейском Союзе рекомендуемые технологии приводятся в специальных сборниках, которые получили название справочных документов по НДТ (Reference Document on Best Available Techniques, BREF). Данные справочники не являются ни стандартами, ни техническими регламентами, они также не являются обязательными к использованию. Однако приведенная в них информация позволяет производителям провести первичную оценку используемых ими технологий, технических средств и методов управления и определить степень соответствия международным стандартам. Характеристики и требования к НДТ производства продуктов питания представлены в справочном документе «Производство пищевых продуктов, напитков и молока» (BREF Foods, Drink and Milk Industries), опубликованном в свободном доступе в 2006 г. Данный документ не имеет не только официального, но и неофициального перевода на русский язык.

Целью работы является определение НДТ производства соков на отечественных предприятиях. Для достижения указанной задачи были сформулированы следующие задачи:

- выполнить перевод разделов европейского справочного документа по НДТ, относящихся к производству соков, и определить наиболее экологически значимые технологии и единичные процессы в жизненном цикле продукции;
- провести инвентаризационный анализ технологий производства соков на отечественных предприятиях на примере одного из производителей в Санкт-Петербурге;
- выявить сходства и различия технологий производства соков в Европейском Союзе и России;
- провести оценку экологических и технико-экономических показателей исследуемых технологий;
- определить критерии НДТ производства соков и их рекомендуемые значения для российских предприятий.

На данном этапе был выполнен перевод справочного документа по НДТ «Производство пищевых продуктов, напитков и молока» в секторе производства напитков и соков, начат сбор информации на отечественном предприятии-производителе соков и нектаров из фруктовых и овощных культур. Выявлено, что в справочном документе преимущественно приводится информация для процессов и технологий производства соков в полном цикле, т.е. получения соков из свежих фруктов и овощей, в то время как

в Российской Федерации соки производятся в основном из концентрата и пюре (за исключением южных регионов, например, Краснодарского края). Также определено, что общей проблемой при производстве соков на европейских и российских предприятиях являются сточные воды, образующиеся в частности, в процессе мойки.

Очевидно, что для повсеместного улучшения экологической обстановки в Российской Федерации целесообразно адаптировать положительный опыт и «наилучшие практики» европейских государств, но с учетом территориальной, экономической и социальной специфики страны.

Переход на новую модель хозяйствования с использованием комплексных экологических решений на основе наилучших доступных технологий будет способствовать эффективному использованию ресурсов предприятия, оптимизации затрат на природопользование и позволит частично или полностью предотвратить ущемление интересов российских производителей на международном рынке по экологическим показателям.

УДК 504.064

РАЗРАБОТКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ СОРБЕНТОВ

О.А. Капустина

(Петербургский государственный университет путей сообщения)

Научный руководитель – д.т.н., доцент Н.А. Бабак

(Петербургский государственный университет путей сообщения)

Геоэкология, как наука, охватывающая составные части биосферы, должна учитывать их тесные взаимосвязи. При разработке новых геоэкологических решений нужно учитывать не только уменьшение нагрузки на окружающую среду при очистке гидросферы, но и технологию утилизации образующихся отходов в результате этой очистки, что позволяет решить проблемы не только гидросферы, но и литосферы.

В связи с этим, актуальна разработка новых методологических решений, позволяющих оценить и снизить антропогенное воздействие на окружающую среду.

Целью работы был поиск материалов, способных иммобилизовать токсичные вещества и препятствовать их дальнейшей миграции, а также дальнейшее внедрение этих материалов в технологии строительства.

Для решения этих задач все чаще применяются природные сорбенты как наиболее доступные, дешевые, безвредные и высокоэффективные материалы. Для них характерна развитая удельная поверхность, высокая поглотительная способность, устойчивость к воздействиям окружающей среды, а также способность ускорять течение реакции и служить прекрасными носителями для закрепления на поверхности различных соединений при их модификации. Кроме того данные материалы должны не только поглощать тяжелые металлы, но и должны легко утилизироваться.

Мы исследовали возможность использования отходов пенобетона различной природы (неавтоклавный пенобетон, автоклавный пенобетон и газобетон) в качестве сорбентов тяжелых металлов и нефтепродуктов. Оценка поглотительной способности реагентов проводилась методом физико-химического моделирования процесса поглощения загрязняющих веществ. Предварительно образцы обжигались при температуре 200 и 400°C. Оптимальной температурой обжига выбрана температура 400°C. Наилучшим реагентом для иммобилизации тяжелых металлов выбран бой автоклавного пенобетона. Остаточная концентрация адсорбируемого иона при температуре 400°C составила для меди – 0,078 мг/л (при исходной концентрации 63,5 мг/л); для кадмия – 0,0030 мг/л (при исходной концентрации 112,4 мг/л); для цинка – 0,097 мг/л (при исходной концентрации 65,37 мг/л).

Была определена адсорбционная емкость поглощения автоклавного пенобетона, обожженного при 400°C, которая составила для меди 7,93 мг/г, для кадмия 14,05 мг/г, а для цинка 8,16 мг/г. Также была определена степень очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов, которая составила для меди 99,88%, для кадмия 99,99% и для цинка 99,85%. На основании данных исследований были разработаны технические условия ТУ 0330-003-01115840-10 «Сорбент для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов на основе пенобетона». Дальнейшим путем утилизации отработанного сорбента может быть использование его в качестве отощителя при производстве строительной керамики, в частности кирпича.

Нами был разработан и запатентован состав керамической массы (Пат. № 2416585 Рос. Федерация. Керамическая масса) со следующим соотношением компонентов, мас. %: глина кембрийская – 65–75; песок – 15–20; отработанный керамический сорбент (после очистки сточных вод) – 10–15.

Техническим результатом является повышение прочности при сжатии керамического кирпича. Среднее значение предела прочности при сжатии составило 25,9 МПа (против 15,1) Предел прочности при изгибе – 6,1 МПа (против 4,3). Такие показатели как водопоглощение и теплопроводность остались на уровне контрольного образца.

Проведенные исследования и анализ санитарно-химической безопасности технологии производства и готовых изделий показал, что вымывания тяжелых металлов не происходит, что позволяет дополнительно улучшить экологическую ситуацию в регионе.

В результате проведенных исследований были выявлены сорбционные свойства отходов строительства по отношению к ионам тяжелых металлов, а также предложен способ их утилизации в качестве отощителя в строительной керамике.

Нами были разработаны новые геоэкологические решения, внедрение которых позволяет защитить биосферу от антропогенного воздействия не только на этапе очистки гидросферы от ионов тяжелых металлов, но и на этапе защиты литосферы от отходов сорбентов, которые образуются на предыдущем этапе.

УДК 621.039

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДЕЗАКТИВАЦИИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

В.В. Макарова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.Е. Копыльцова

Стратегическая задача при обращении с радиоактивными отходами (РАО) независимо от их происхождения состоит в том, чтобы исключить возможности загрязнения окружающей среды радионуклидами, входящими в состав отходов, на весь период их потенциальной опасности.

Технологический процесс на атомной электростанции (АЭС) всегда сопровождается образованием жидких радиоактивных отходов (ЖРО), основными источниками которых являются: контурная вода, конденсат турбин, пульпа отработанного фильтроперлита и пульпа ионообменных смол, регенерационные воды ионообменных фильтров, кубовые остатки после переработки трапных вод, лабораторные сточные воды, неорганизованные протечки технической воды, обмывочные воды, воды спецпрачечной, растворы дезактивации и т.д.

Обработка ЖРО проводится, во-первых, для отдельной дезактивации вод, различающихся по радиоактивности и физико-химическим показателям, и, во-вторых, для обеспечения возможно более полного возврата очищенных вод в пароводяной цикл с минимальным сбросом очищенных вод в канализацию.

Существующие способы дезактивации ЖРО подразделяются на две группы: физико-химические и механические. При использовании механических способов дезактивации, радиоактивные загрязнения удаляются вместе со слоем загрязненного материала без применения химических реагентов. При использовании физико-химических способов дезактивации радиоактивные загрязнения удаляются методом их растворения, химического разрушения или эмульгирования. Процесс дезактивации можно усилить, применяя дополнительно ультразвуковые, электрохимические и гидравлические воздействия.

Целью исследования является сравнительный анализ систем дезактивации ЖРО для выявления наилучшей доступной технологии по экологическим и экономическим показателям. Рассмотрена схема дезактивации ЖРО, применяемая на Калининской АЭС, которая включает процессы упаривания с целью сокращения объема и концентрирования ЖРО и дезактивации на ионообменных фильтрах. Предварительной стадией является хранение ЖРО в промежуточных емкостях для снижения удельной активности за счет распада короткоживущих радионуклидов.

При выборе наиболее производительного и экономически выгодного способа сокращения объемов жидких отходов принимают во внимание их количество, химический и радиохимический состав, уровень суммарной активности, возможность возврата отходов на повторную обработку, а также присутствие взвесей.

Поскольку ни один из известных методов дезактивации ЖРО в отдельности не обеспечивает эффективной очистки, они обычно применяются комплексно. Система очистки ЖРО на атомной станции представляет собой целую цепочку различных установок. При этом всем методам дезактивации ЖРО присущи следующие недостатки:

- вторичное образование загрязняющих веществ в процессе дезактивации ЖРО;
- необходимость присутствия персонала в рабочей зоне;
- трудоемкость и энергоемкость требуют большого количества дорогостоящих расходных материалов;
- большие эксплуатационные затраты.

В работе была выполнена технико-экономическая оценка двух методов кондиционирования ЖРО – путем ионообменной очистки и гидротермального окисления. Также была определена общая стоимость обращения с ЖРО по методам кондиционирования с учетом стадий хранения, транспортировки и захоронения отходов (см. таблицу).

Таблица. Общая стоимость обращения с ЖРО по вариантам кондиционирования

Стадия обращения с отходами	Стоимость обращения с отходами по вариантам кондиционирования, тыс. руб.	
	ионообменная очистка	гидротермальное окисление
1. Кондиционирование	12 662,2	15 155,6
2. Хранение	206 250	247,5
3. Транспортировка и захоронение	298 341,9	604,0
ИТОГО	517 254,1	16 007,1

Из расчетов видно, что, несмотря на незначительно большие эксплуатационные затраты, дезактивация ЖРО путем их гидротермального окисления является более экономически целесообразным методом, чем ионообменная очистка.

Дальнейшими задачами исследования являются:

- сравнительный анализ существующих технологий дезактивации ЖРО и оценка их воздействия на окружающую среду;
- определение НДТ дезактивации ЖРО;
- расчет технико-экономических показателей НДТ дезактивации ЖРО.

Выявление наилучших доступных технологий дезактивации ЖРО позволит значительно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, уменьшить расходы на процедуры дезактивации и снизить опасные факторы, влияющие на здоровье персонала.

Литература

1. Андронов О.Б. и др. Проблемы обращения с жидкими радиоактивными отходами АЭС и возможные подходы к их решению. – Чернобыль: Препр. НАН Украины. ИПБ АЭС, 2005. – 36 с.
2. Ключников А.А., Пазухин Э.М., Шигера Ю.М., Шигера В.Ю. Радиоактивные отходы АЭС и методы обращения с ними. – Чернобыль, – 2005. – 495 с.
3. Макарова В.В., Копыльцова С.Е. Технологии дезактивации жидких радиоактивных отходов атомных станций // Сборник публикаций магистрантов по итогам XLII научной и учебно-методической конференции НИУ ИТМО. – СПб: НИУ ИТМО, – 2013. [в печати].

УДК 681.785

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ РЕК

А.С. Маюрова

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Кустикова

Введение. Наша страна является одним из лидеров нефтедобывающей промышленности, что, естественно, влияет на экологию не самым лучшим образом. Согласно данным официальной статистики на территории России ежегодно происходит более двадцати тысяч аварий, связанных с добычей и транспортировкой. Наиболее масштабные разливы случаются на воде, они же и приводят к наиболее негативным последствиям. Для того чтобы быстро и наиболее эффективно собрать разлившуюся нефть с поверхности рек необходимо своевременно определить размер, направление и скорость движения пятна.

Цель работы: изучение возможностей использования оптико-электронных приборов и систем для обнаружения нефтяных загрязнений.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

- определить модели поведения нефтяных пятен, при попадании в воду;
- рассмотреть методы обнаружения аварийных загрязнений;
- изучить существующие в настоящее время лидарные системы в Санкт-Петербурге.

Практическая значимость данного исследования заключается в возможности своевременного обнаружения аварийных ситуаций.

Способов обнаружения разливов нефти существует несколько: радиометрический, лидарный, при помощи цветковых сканеров и др.

Наиболее перспективным методом для регистрации нефтяных загрязнений при помощи лазеров является метод, основанный на отражении от нефтяной пленки инфракрасного излучения. При использовании данного метода водная поверхность облучается лазерным источником, установленным на соответствующем носителе, например на мосту, и регистрируется сигнал, отраженный от водной поверхности. Сигнал, отраженный от нефтяной пленки, возрастает благодаря различию в отражательных свойствах чистой воды и нефтяного пятна. Следовательно, появляется яркий контраст между загрязнением и чистой водой.

Однако существует множество помех и ложных тревог для данного метода обнаружения. Биогенный материал, такой как поверхностные водоросли или планктон, могут быть ошибочно приняты за нефтяные пятна. Нефть плохо видна на более темных береговых линиях. Применение данного метода возможно лишь при благоприятных погодных условиях. И для обзора больших площадей требуется большое время измерения.

С 2007 года в Санкт-Петербурге для обнаружения нефтяных загрязнений используется система лидаров, установленная на десяти мостах. С их помощью отслеживаются как сбросы из городских предприятий, так и приходящие в город нефтяные пятна. В Санкт-Петербурге используют лидар «Краб-1». Данный тип лидаров работает под мостами и осуществляет передачу лазерного луча через заданный интервал времени на поверхность воды. Любая информация с датчиков немедленно поступает на компьютер и в зависимости от того, насколько серьезные имеются загрязнения, на мониторе появляются условные обозначения разных цветов. Красным цветом обозначается сильное загрязнение. В случае загрязнения данного типа информация о нем сразу передается на мобильные телефон в виде сообщения, где указано в районе какого моста появилось нефтяное пятно и его размер.

Однако при всем удобстве использования данного метода, полученная информация не дает полную картину происходящего. При получении сигнала об обнаружении нефтяного разлива, аварийные службы мгновенно реагируют и направляются к месту происшествия, но к моменту их прибытия нефтяное пятно успевает пройти значительное расстояние, и определение его нового местонахождения вызывает трудности, особенно в темное время суток.

Для устранения этой проблемы Комитетом по природопользованию было принято решение объединить лазерные методы с методами телеметрии. Данным образом нефтяное пятно будет сначала регистрироваться при помощи лидаров, и после траектория и скорость его движения будет отслеживаться при помощи камер с высоким разрешением. Так же была предложена идея создания единой автоматизированной системы видеофиксации загрязнений на акватории реки Невы, которая позволит еще более оперативно реагировать на загрязнения. Было принято решение поставить камеры в следующем количестве:

- Большой Обуховский мост – две камеры;
- Володарский мост – две камеры;
- Финляндский железнодорожный мост – одна камера;
- мост Александра Невского – две камеры;
- Большеохтинский мост (мост Петра Великого) – две камеры;
- Литейный мост – две камеры;
- Большой Сампсониевский мост – одна камера;
- Биржевой мост – две камеры;
- Благовещенский мост – одна камера;
- Дворцовый мост – одна камера.

В течение 2007 г. лидарными системами было зафиксировано 21 пятно размерами около 40 м под мостом Володарского, 31 пятно под мостом Александра Невского и 11 пятен у литейного моста. Все эти загрязнения были оперативно ликвидированы. В 2008 г. под Малоохтинским мостом было зарегистрировано 40 случаев нефтеразливов, а в 2009 датчики срабатывали 540 раз на все, даже незначительные нефтяные загрязнения. По этим данным можно проследить за негативной динамикой развития объемов разливов нефти.

Таким образом, можно сделать несколько выводов. Методов обнаружения нефтяных загрязнений существует несколько, каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками. Дистанционные методы обнаружения нефтяных загрязнений, в том числе действие используемые в Санкт-Петербурге лидарные системы пока далеки от совершенства. В ходе работы определено, что движение нефтяных пятен по водной поверхности и изменение количества нефти в процессе переноса в значительной мере определяется как

свойствами окружающей среды (скорость ветра, температура, волнение поверхности), так и свойствами самой нефти, такими как испарение, эмульгирование, растворение и др.

УДК 528.8.04:528.854

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭВТРОФИРОВАНИЯ ЛУЖСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

М.Б. Медник

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Кустикова

В работе рассмотрена возможность использования данных Landsat-5/7 и SPOT 2/4/5, а также результатов гидрохимического мониторинга реки Луга для оценки динамики уровня антропогенного эвтрофирования Лужской губы. Используются данные спутникового зондирования района Лужской губы за период 1994–2013, а также данные гидрохимического мониторинга реки Луга за 2000–2013 год.

Лужская губа – часть Финского залива Балтийского моря. С запада от Нарвского залива отделена Кургальским полуостровом, с востока от Копорской губы – Сойкинским полуостровом. Вдается в сушу на 20 км. В Лужскую губу впадают реки Луга (как основным рукавом, так и протокой Выбья), Хаболовка, Лужица. На побережье расположен крупный морской порт Усть-Луга.

Отбор проб, проводившийся в конце ноября 2011 г. в рамках проекта BALTHAZAR HELCOM в реке Луге, показал, что она является потенциальным источником поступления фосфора в Балтийское море. Вынос фосфора является одной из основных причин антропогенного эвтрофирования, что приводит к «цветению» воды.

Дальнейшее расследование в 2012 году, показало наличие несанкционированных источников сброса и высокую нагрузку фосфора в реке Луга на Северо-Западе России. А также необходимость создание системы оперативного мониторинга данной акватории.

Прозрачность воды является одной из важных характеристик трофического состояния водоемов, поскольку она зависит от растворенных веществ и веществ, находящихся во взвешенном состоянии. Эффективным и достоверным методом мониторинга прозрачности воды является спутниковое дистанционное зондирование. Отражательная способность воды изменяется с концентрацией хлорофилла-а, а также интенсивности цветения сине-зеленых водорослей, которые имеют высокий уровень отраженного излучения в синей части спектра. Увеличение концентрации хлорофилла-а имеет тенденцию уменьшать отражательную способность воды в синих длинах волн и увеличивать в зеленых длинах волн. Методика основана на тематической классификации снимков. Для обработки космических снимков используются программные пакеты ERDAS IMAGINE, Image Processor. Методика обработки и анализа снимков включает следующие этапы:

1. создание мозаики изображений;
2. синтез изображения;
3. классификация изображения;
4. построение картосхемы;
5. сопоставление данных изображение с имеющимися результатами гидрохимического мониторинга;
6. анализ уровня эвтрофикации акватории.

Предлагается разработка методики оценки трофического состояния реки Луга на основе имеющихся архивных, а также полученных в ходе исследования данных дистанционного зондирования и анализа данных гидрохимического мониторинга.

По результатам дистанционного зондирования определить и уточнить степень и причины эвтрофикации выбранного объекта и использовать полученные данные

для оперативного мониторинга акватории в будущем. А также установить корреляционную зависимость между создаваемой моделью и имеющимися данными многолетних наблюдений, проверив их достоверность.

Литература

1. Кондратьев К.Я., Шумаков Ф.Т. Дистанционный мониторинг эвтрофирования водоемов // Водные ресурсы. – 1990. – № 5. – С. 152–160.
2. Blondeau-Patissier D., Tilstone G.H., Martinez-Vicente V. and Moore G.F. Comparison of bio-physical marine products from SeaWiFS, MODIS and a bio-optical model with in situ measurements from Northern European waters // Journal of Optics A: Pure and Applied Optics. – 2004. – V. 6. – P. 875–889.
3. Brezonik P.L., Menken K.D., Bauer M.E. Landsat-based Remote Sensing of Lake Water Quality Characteristics, Including Chlorophyll and Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) // Lake and Reservoir Management. – 2005. – V. 21(4). – P. 373–382.
4. Doerffer R., Schiller H. – 2007, The MERIS Case 2 water algorithm, J. Remote Sens. – V. 28. – № 3–4. – P. 517–535. Gons H.J., Auer M.T., Effler S.W. – 2008, MERIS satellite chlorophyll mapping of oligotrophic and eutrophic waters in the Laurentian Great Lakes, Remote Sens. Environ. – V. 112 (11). – P. 4098–4106.
5. Gower J.F.R., Hu C., Borstad G.A., King S. – 2006, Ocean color satellites show extensive lines of floating Sargassum in the Gulf of Mexico, IEEE T. Geosci. Remote. – V. 44 (12). – P. 3619–3625.
6. Gower J.F.R., King S., Goncalves P., 2008b, Global monitoring of plankton blooms using MERIS MCI, Int. J. Remote Sens. – V. 29 (21). – P. 6209–6216.
7. Kloiber S.M., Brezonik P.L., Olmanson L.G., Bauer M.E. A procedure for regional lake water clarity assessment using Landsat multispectral data // Remote Sensing of Environment. – 2002. – V. 82. – № 1. – P. 38–47.
8. Koponen S., Pulliainen J., Kallio K., Hallikainen M. Lake water quality classification with airborne hyperspectral spectrometer and simulated MERIS data // Remote Sens. Environ. – 2002. – V. 79(1). – P. 51–59.
9. Kratzer S., Brockmann C., Moore G. Using MERIS full resolution data to monitor coastal waters – A case study from Himmerfjärden, a fjord-like bay in the northwestern Baltic Sea // Remote Sens. Environ. – 2008. – V. 112(5). – P. 2284–2300.
10. Kutser T. Quantitative detection of chlorophyll in cyanobacterial blooms by satellite remote sensing, Limnol. Oceanogr. – 2004. – № 49(6). – P. 2179–2189.
11. Morel A., Huot Y., Gentili B., Werdell P.J., Hooker S.B., Franz B.A. Examining the consistency of products derived from various ocean color sensors in open ocean (Case 1) waters in the perspective of a multi-sensor approach // Remote Sens. Environ. – 2007. – V. 111(1). – P. 69–88.
12. Ruddick K.G., Gons H.J., Rijkeboer M., Tilstone G. Optical remote sensing of chlorophyll a in case 2 waters by use of an adaptive two-band algorithm with optimal error properties // Appl. Optics. – 2001. – V. 40(21). – P. 3575–3585.
13. Schalles J.F., Yacobi Y.Z. Remote detection and seasonal patterns of phycocyanin, carotenoid and chlorophyll pigments in eutrophic waters // Arch. Hydrobiol. – 2000. – V. 55 (Spec. Iss.). – P. 153–168.
14. Shumakov F.T. Development of methods for satellite monitoring of trophic status of water bodies // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – V. 24 (63). – № 3 – P. 162–172.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ NO₂ В ГАЗОВЫХ ВЫБРОСАХ И АТМОСФЕРЕ

А.С. Михайлов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

NO₂ – газ, красно-бурого цвета, с характерным острым запахом.

Вредное воздействие: диоксид азота играет сложную и важную роль в фотохимических процессах, происходящих в тропосфере и стратосфере при солнечном свете и являющихся причиной образования фотохимического смога и высоких концентраций O₃.

Оксиды азота, улетучивающиеся в атмосферу, представляют серьезную опасность для экологической ситуации, так как способны вызывать кислотные дожди, а также сами по себе являются токсичными веществами, вызывающими раздражение слизистых оболочек.

Двуокись азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, а также вызывает изменения состава крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина.

В специальной литературе также указывается на то, что воздействие на организм человека диоксида азота снижает сопротивляемость к заболеваниям, вызывает кислородное голодание тканей, особенно у детей. Усиливает действие канцерогенных веществ, способствуя возникновению злокачественных новообразований.

Образующаяся в результате взаимодействия диоксида азота с водой азотная кислота является сильным коррозионным агентом.

Источники образования:

- в результате сгорания органического топлива при высоких температурах;
- суммарно антропогенные источники выбрасывают в атмосферу почти 100 миллионов тонн оксидов азота в год.

Основные источники:

1. транспорт (около 70% выбросов приходится на автомобильный транспорт);
2. теплоэлектростанции;
3. промышленные предприятия.

Методы контроля выбросов в атмосферу:

1. Инструментальный метод. Основан на применении газоанализаторов, измеряющих концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в выбросах контролируемых источников. Инструментальным методом целесообразно контролировать основные ЗВ (пыль, SO₂, NO_x, CO) и наиболее распространенные специфические ЗВ (ΣC_xH_x, NH₃, Cl₂, HF и др.).
2. Инструментально-лабораторный метод. Основан на отборе проб отходящих газов из контролируемых источников с последующим их анализом в химических лабораториях и на автоматических и полуавтоматических приборах. Метод применяют для контроля широкого спектра специфических ЗВ, не обеспеченных средствами инструментального контроля.
3. Индикаторный метод. Основан на использовании селективных индикаторных элементов (колористических трубок), изменяющих свою окраску в зависимости от концентрации ЗВ в отбираемой пробе газа. Метод применяют для экспресс-анализа и предварительной оценки концентрации ЗВ в ИЗА.
4. Расчетный метод. Основан на определении массовых выбросов ЗВ по данным о составе исходного сырья и топлива, технологическом режиме и т.п. Метод применяют для предварительной оценки и при невозможности или экономической нецелесообразности прямых измерений.

5. Метод контроля выбросов по результатам анализа фактического загрязнения атмосферы. Основан на определении фактических уровней загрязненности воздуха выбросами предприятия за его пределами и последующем их сравнении с эталонными (с учетом направления и скорости ветра). Метод применяют для контроля большого числа мелких источников, в том числе неорганизованных, рассредоточенных по территории предприятия. Результаты контроля оформляют для предприятия (промышленной площадки) в целом и сравнивают с нормативами, установленными для предприятия (промышленной площадки) в целом.

Нередко применяют комбинированно несколько методов.

Типы и виды анализаторов:

1. Газоанализаторы с физическими методами анализа и вспомогательными химическими реакциями. При помощи таких газоанализаторов определяют изменение объема или давления газовой смеси в результате химических реакций ее отдельных компонентов.
2. Газоанализаторы на основе физико-химических методов анализа. Очень обширная группа приборов, включающая такие газоанализаторы, как:
 - термохимические;
 - люминесцентные;
 - электрохимические;
 - фотокolorиметрические.
3. Автоматические газоанализаторы с физическими методами анализа. В этом классе приборы определяют физические параметры компонента или смеси в целом. Это могут быть такие свойства газа, как теплопроводность, оптическая плотность, поглощение или отражение ультрафиолетового или инфракрасного спектров. Сюда относят следующие газоанализаторы:
 - термоманнитные;
 - оптические (используются два вида газоанализаторов: инфракрасные и ультрафиолетовые);
 - термокондуктометрические;
 - пневматические.

УДК 00

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.Б. Мкртычян

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

Производство цемента, как известно, требует значительного количества энергии, и затраты на энергоносители составляют около 35–40% от себестоимости конечного продукта, причем доля непосредственно топлива превышает половину этой величины. С расширением производства цемента в ближайшие годы до 60–70 млн. тонн в год потребность в газе возрастет на 7–9 млрд. м³ в год и проблема снижения расхода топлива еще более обострится. Ключевым потребителем газа в России является электроэнергетика, на долю которой приходится около 40% от всего объема потребления газа, а к 2020 г. дополнительно потребуется – еще 50,7 млрд. м³. Таким образом, исходя из вышесказанного, в условиях дефицита выбор между энергетикой и цементной промышленностью, при сопоставимых объемах потребления, представляется непростым. И, чтобы цементная промышленность могла развиваться и в дальнейшем, то необходимо рассмотреть вопрос о газозамещении.

Поэтому целью данной исследовательской работы является анализ методики использования ТБО в качестве альтернативного топлива в цементной промышленности. Также необходимо решить ряд задач, основными из которых являются изучение альтернативного топлива (виды и состав); составление паспорта отхода для его дальнейшего использования в качестве альтернативного топлива.

Цементная промышленность Европы характеризуется, в первую очередь, использованием дешевых видов топлива, которое определяется разницей в цене между ними – газ примерно в 2,5–3,5 раза дороже угля, а нефтяной кокс в два раза дешевле угля. Отдельно следует выделить использование альтернативных видов топлива, которое достигает почти 20% от общего потребления.

Наибольшее количество альтернативного топлива от общего количества необходимого топлива используется на заводах Нидерландов – 72%, Германии и Бельгии – по 40%, Австрии – 29%, во Франции – 27%, в Великобритании – 6%

Природный газ в европейской цементной промышленности используется только как резервное горючее или как вспомогательное – для поддержки горения трудносгораемого топлива, топливосодержащих отходов и розжига печи.

Уровень повторного использования твердых бытовых отходов (ТБО) в России составляет лишь около 10%.

Для сжигания в цементных печах используются практически все виды отходов производства: отходы переработки сельскохозяйственной продукции (солома, пустые початки кукурузы, жмых, скорлупа орехов и т.д.); отходы переработки нефти и газа (твердые и пастообразные фракции, сопутствующий газ); бытовой мусор и осадок из очистных сооружений (либо как твердое топливо, либо в виде биогаза, выделяющегося при их разложении); опилки; отходы целлюлозно-бумажной промышленности и т.д.

Объяснением такого многообразия сжигаемых отходов является не только низкая стоимость их использования, но и то, что цементная печь является в настоящее время самым экологически чистым агрегатом по утилизации отходов, в том числе и вредных для человека и окружающей среды.

В первую очередь в качестве альтернативного топлива для цементных печей можно рассматривать твердые бытовые отходы – ТБО 4–5 класса опасности (ГОСТ 30774-2001, Федеральный классификационный каталог отходов). К таковым относятся полимеры, бумага, текстиль, древесина, кожа и автопокрышки.

На сегодняшний день в странах ЕС энергосберегающие технологии занимают огромную нишу в сфере утилизации отходов и позволяют получать тепло и электроэнергию из отходов 4 и 5 классов опасности. Они нашли применение как в ЖКХ и частных хозяйствах, так и в промышленности. В Европе существует целое направление в мусороперерабатывающей промышленности – производство из бытовых отходов альтернативного топлива, так называемое RDF (Refuse-Derived Fuel). RDF представляет собой измельченные до 50–100 мм легкие фракции мусора; в основном это полимеры и бумага, отдельное направление – измельченные автопокрышки. На таком топливе работают ряд предприятий, производящих цемент, гипс и другие строительные материалы, а также электростанции.

При использовании ТБО в качестве альтернативного топлива в цементной промышленности:

- уменьшается общее вредное влияние завода на окружающую среду на 27%;
- увеличиваются выбросы диоксида серы, которые, тем не менее, оказались на 30% ниже предельного уровня;
- уменьшаются выбросы диоксинов и фуранов на 42%: во время испытаний было проведено 32 теста на диоксин и фуран;
- отсутствуют значительные изменения в выбросах металлов и других контролируемых веществ;

– на 18% снижается фотохимическое образование озона.

УДК 334.021

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВКИ «ГИДРОКЛАВ Н-07»

А.Д. Попов

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

Еще в 1979 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла медицинские отходы к группе особо опасных и указала на необходимость создания специализированных служб по их уничтожению. К 2005 г. в мире накопилось около 1,8 млрд. тонн медицинских отходов, что составило примерно по 300 кг на каждого жителя планеты.

Медицинские отходы крайне опасны для человека, так как в их составе могут находиться и находятся возбудители различных инфекций, токсичные и радиоактивные вещества. Так, например, если в одном грамме бытовых отходов содержится 0,1–1,0 млрд. микроорганизмов, то в медицинских отходах это число возрастает до 200–300 млрд.

В целом в России уничтожаются в соответствии с требованиями ВОЗ только 0,5% медицинских отходов, а остальные просто размещаются на полигонах и свалках.

В соответствии с классификацией Минздрава (СанПиН 2.1.7.728-99) все отходы лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности делятся на пять классов. К классу А (неопасные отходы) относят пищевые отходы всех подразделений ЛПУ, мебель, инвентарь, строительный мусор и т.п.). К классу Б (опасные отходы) относят потенциально инфицированные отходы, материалы и инструменты, загрязненные выделениями, органические операционные и патологоанатомические отходы. К классу В (чрезвычайно опасные отходы) относят материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями, отходы фтизиатрических больниц и т.п. К классу Г (отходы, по составу близкие к промышленным) относят просроченные лекарственные средства и дезинфицирующие средства, отходы от лекарственных и диагностических препаратов, ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование и т.п. К классу Д (радиоактивные отходы) относят все виды отходов, содержащих радиоактивные компоненты.

Известны различные технологии переработки и обезвреживания больничных отходов. К ним относятся химическая дезинфекция, термическое обезвреживание (сжигание) с применением инсинераторов и использование автоклавов. Неопасные отходы класса А вывозятся на полигоны ТБО без ограничений, в то время как опасные и чрезвычайно опасные отходы классов Б и В уничтожают на специальных установках для обезвреживания отходов ЛПУ в основном термическими методами. Особую опасность представляют инъекционные иглы и шприцы.

В настоящей работе исследовалась эффективность применения установки «Гидроклав Н-07» для обезвреживания медицинских отходов классов Б и В. Гидроклав представляет собой, цилиндрическую камеру, устанавливаемую горизонтально, с одним загрузочным люком. Внутри камеры располагается устройство для перемешивания и измельчения отходов. Отходы стерилизуются паром, а также обезвреживаются и подвергаются деструкции в процессе термической обработки внутри камеры.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.728-99 отходы собирают в одноразовую упаковку на местах образования и загружают в камеру через люк. При работе установки измельченные отходы подвергаются паровой стерилизации при температуре 121°C в течение 30 минут. После экспозиции давление из камеры сбрасывается, стерильный пар проходит

через конденсационную систему и сбрасывается в канализацию. Отходы подвергаются сушке и на конечном этапе выгружаются из аппарата.

По сравнению с традиционными технологиями гидроклав обладает рядом преимуществ: не требуется предварительное измельчение отходов; не образуются дымовые газы; обработка происходит короткими циклами; установка имеет небольшие габаритные размеры и может быть размещена внутри хозяйственных помещений ЛПУ. Кроме того, после обработки отходов, сопровождающейся их дезинфекцией, отходы могут быть размещены на обустроенных полигонах.

Для определения экономического эффекта от применения установки «Гидроклав Н-07» необходима разработка методики оценки размера вреда, причиненного почвам при размещении отходов лечебно-профилактических учреждений.

УДК 678

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА, РАЗЛАГАЕМОГО В ВОДНОЙ СРЕДЕ

М.Э. Толкомбаева, Н.А. Рушина

Научный руководитель – к.б.н., доцент А.В. Кабанов

В Тихом океане находится большое «пластиковое пятно» глубиной от 10 до 100 метров, по площади равное территории США (9,5 миллиона квадратных километров). Пятно находится между Гавайскими островами и Калифорнией. Тихоокеанский «пластиковый суп» весит сегодня, по оценкам ученых, 100 миллионов тонн. Если ничего не изменится, через десять лет количество «супа» удвоится, 80% пластика попадает с суши.

По оценкам ООН, прямой ущерб, наносимый природе в результате наличия пластика в океанских водах, таков: ежегодно гибнет 1 миллион морских птиц и 100 тысяч морских млекопитающих и черепах, которые принимают пластик за пищу.

Некоторые цифры:

1. в 1 кв. км океана может находиться до 1 млн. пластиковых фрагментов;
2. наиболее крупный выброс пластикового мусора на сушу – 70 тонн;
3. наибольшая глубина, на которой вылавливается пластик – 100 метров;
4. предельное превышение массы пластика над массой планктона в «пластиковом супе» – 6:1;
5. максимальный срок разложения пластика – 400 лет;
6. производство пластика в год – 260 млн. тонн;
7. вес тихоокеанского «пластикового супа» – 100 млн. тонн.

В ходе работы мы определили для себя приоритетное направление: создать альтернативу современному пластику, которая решала бы проблему загрязнения водных акваторий, например, нашего города. Этот материал должен подвергаться химическому, биологическому и механическому разрушению в различных водных средах. Для проведения опытов были созданы образцы из эпоксидного клея и различных углеводных компонентов (карбоксиметилцеллюлоза, крахмал картофельный, березовые опилки) и один образец без наполнителя. Все они были взвешены и помещены в подготовленные растворы солей, слабых оснований и кислот, которые присутствуют в реальных природных средах, и отдельная группа образцов была погружена в воду из р. Невы.

Срок хранения образцов в модельных растворах – два месяца, по истечении которого будет проведена оценка по потере массы у образцов и сделаны заключительные выводы.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

А.М. Сазонова

(Петербургский государственный университет путей сообщения)

Научный руководитель – д.м.н., профессор О.И. Копытенкова

(Петербургский государственный университет путей сообщения)

Метрополитен является одним из основных видов общественного транспорта крупных городов. Являясь подземной железной дорогой, он связан с повышенной опасностью для работников. Согласно ст. 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации метрополитен относят к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам. Несчастные случаи при строительстве и эксплуатации метрополитена до сих пор имеют место. Уровни травматизма и профзаболеваний не снижаются. Многие вопросы охраны труда остаются недостаточно изученными, и обучение работников не находится на высоком уровне. Петербургское метро – это постоянно развивающийся сложный транспортный комплекс, строительство и эксплуатация которого требуют особого внимания, осторожности, поддержания охраны труда на высоком уровне.

Целью работы является улучшение условий труда работников при строительстве и эксплуатации тоннелей метрополитена.

Особый интерес представляет прокладка подземных тоннелей, сопряженная с повышенной травмоопасностью работников.

При сооружении и эксплуатации тоннелей метрополитена на работников действует множество вредных и опасных производственных факторов. Стоит выделить такие неблагоприятные факторы, как стесненность рабочего пространства, отсутствие дневного света, повышенная запыленность воздуха, биологический фактор, радон.

Отличительная особенность сооружения подземных тоннелей от строительства других объектов – неопределенность природных факторов (геологические, гидрологические условия), что влияет на многие параметры технологического процесса.

В ходе работы были проведены измерения значений концентрации взвешенных частиц в воздухе станции Петербургского метрополитена Технологический институт. Среднее значение концентрации РМ-частиц на станции Технологический институт-1 составляет 0,103 мг/м³, что превышает ПДКСС в 1,7 раз. Фактическая ПН (пылевая нагрузка) превышает КПН (контрольная пылевая нагрузка) в 1,7 раз, что соответствует классу условий труда 3.1 (вредные 1 степени).

В итоге был рассчитан допустимый стаж работы на основе принципа «защиты временем», при котором ПН не будет превышать КПН.

Для дальнейшего изучения данной проблемы в настоящее время проводятся эксперименты по изучению факторов рабочей среды, включающих химическое загрязнение воздуха рабочей зоны, в том числе радон, биологическое загрязнение воздуха рабочей зоны, воздействие виброакустических факторов и электромагнитных излучений.

ПРАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА РОССИЙСКИХ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

И.Н. Самощенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

В настоящее время проблема энергоэффективности является одной из важнейших задач российской экономики. Это связано, во-первых, с тем, что высокая энергоемкость снижает конкурентоспособность российской продукции на внутренних и внешних рынках, а во-вторых, энергоэффективность является одним из важнейших элементов обеспечения энергетической безопасности страны.

При выполнении данной работы использовались материалы обязательных энергообследований Санкт-Петербургских хлебопекарных предприятий, выполненные в 2012 г. Поскольку хлебопекарные предприятия являются крупнейшими потребителями топливно-энергетических ресурсов в пищевой отрасли, сегодня не найдется, пожалуй, ни одного крупного предприятия, незаинтересованного в проблеме повышения энергоэффективности.

Степень энергозатратности технологий хлебопекарного производства неоднородна. Наряду с хлебозаводами с высокой степенью автоматизации всех производственных процессов по конвейерному принципу функционируют хлебозаводы с большой долей ручного труда. Как показали результаты энергетических аудитов, наиболее значительные затраты электрической энергии, у хлебопекарных предприятий с разной степенью автоматизации, приходится на печной цех и освещение.

В настоящее время около 90% хлебопекарных предприятий Санкт-Петербурга принимают меры по повышению энергоэффективности. К числу типовых проектов в области энергосбережения, которые уже реализованы или находятся в процессе внедрения, можно отнести следующие: установка приборов учета; модернизация технологического оборудования, систем освещения, вентиляции, теплового хозяйства и холодильно-компрессорного оборудования; изоляция зданий.

Большинство проектов энергосбережения, реализуемых предприятиями в настоящее время, относятся к низкзатратным с приемлемым сроком окупаемости от одного года до двух лет. Так, например, установка приборов учета осуществляется на всех обследованных предприятиях, однако детальный учет расхода энергоресурсов в цехах, как правило, отсутствует. Постепенная замена системы освещения происходит на всех предприятиях, модернизация теплового хозяйства – у трети обследованных предприятий.

Как показывает опыт предприятий-лидеров отрасли, можно выявить несколько основных условий, способствующих успешной реализации программ энергосбережения. Это, прежде всего, составление стратегии предприятия по повышению энергоэффективности с учетом загрузки производственных мощностей и необходимых капитальных вложений. Замена устаревшего оборудования, требующая, значительных затрат, часто сдерживается отсутствием свободных финансовых ресурсов.

Второе важное условие связано с разработкой реалистичного плана мероприятий по энергосбережению, оценкой экономической эффективности проектов, с постепенным внедрением проектов, начиная с наименее затратных к более дорогостоящим.

Третье важное условие – это вовлечение и поощрение персонала предприятий к проведению самообследования, а также к подготовке документации к проведению обязательного энергообследования, что, безусловно, создает дополнительную мотивацию к быстрому внедрению проектов. И, наконец, установка реалистичных целевых показателей по сокращению энергозатрат, контроль их достижения и разработка системы стимулов также

способствуют созданию эффективного механизма энергосбережения на хлебопекарных предприятиях.

УДК 00

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА В ВОЗДУХЕ

А.Ю. Сидорина

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

Неуклонное увеличение промышленных выбросов, вызванное ростом объемов производства в России, привело к тому, что загрязнение окружающей среды стало серьезным экологическим фактором. В настоящее время признано, что по влиянию на растительный покров соединения фтора являются одними из самых токсичных. Фторид водорода поступает в атмосферу в основном при производстве первичного алюминия, минеральных удобрений, стекла, фторорганических соединений, а также при разложении фторидных веществ. Электролитический способ производства алюминия из глинозема, в котором в качестве электролита используют расплав криолита и фторида алюминия, связан с выделением в атмосферу ряда фторидных соединений, в основном HF , SiF_4 , NaF , Na_3AlF_6 и др.

В радиусе 15 км от алюминиевых заводов осаждается не более 15% общего количества фтора. Мелкодисперсные и газообразные соединения могут переноситься на расстояние более 50 км. Как правило, заводы расположены вблизи лесных массивов, которые являются естественными преградами вредных химических выбросов. Однако длительное воздействие газовых эмиссий оказывает губительное действие на деревья, особенно на хвойные породы (ель, сосна, кедр, лиственница, пихта). За период эксплуатации крупных алюминиевых заводов (Братский, Красноярский, Иркутский и др.) зоны, где хвойные деревья усохли более, чем на 50%, занимают десятки километров. Если не принимать действенных мер по снижению газовых выбросов алюминиевых заводов, то так называемые естественные защитные лесные зоны в основном мертвой тайги будут простираться на многие сотни километров.

Алюминиевую промышленность можно заслуженно считать основным поставщиком сильнейшего токсиканта, фторида водорода, а с учетом присутствия в газах других кислых компонентов реальное вредоносное воздействие эмиссии фторида водорода на экологические системы увеличивается в сотни раз. Следовательно, для того, чтобы действительно резко снизить экологическую опасность алюминиевых производств, необходимо разработать эффективные технологии по извлечению из отводимых газов фторида водорода в максимально возможной степени и на более ранней стадии.

Наиболее опасным из этих веществ является фтористый водород HF . Это бесцветный газ легче воздуха, он хорошо растворяется в воде, образует при этом плавиковую кислоту, раздражает слизистые оболочки глаз, вызывает кровоизлияния и язвы дыхательных путей, отек легких, носовые кровотечения, гнойный бронхит, поражение мышцы сердца, удушье, спазм гортани и судороги. Длительное воздействие HF даже в небольших количествах может вызвать хроническое заболевание в виде отложений фтора в зубах и костях - флюороз. ПДК в рабочей зоне составляет 0,5 мг/м³.

Таким образом целью работы является: разработка методического обеспечения для контроля содержания фтора в атмосферном воздухе.

В данной работе генератор паров фтора будет использоваться как эталонное средство.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НОСИТЕЛЯ НА КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНЕСЕННЫХ Pd/TiO₂ И Pd/(CeO₂-TiO₂) КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ СО В СО₂

А.Ю. Сидорина

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики),

А.А. Шутилов, И.Ю. Пахаруков, Г.А. Зенковец

(Новосибирский государственный технический университет,
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Л.А. Конопелько

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики)

Нанесенные катализаторы Pd/TiO₂ являются активными в процессе низкотемпературного окисления СО, использующегося для защиты окружающей среды от оксида углерода. Активность катализаторов в значительной степени определяется химическим взаимодействием нанесенного Pd с носителем. В связи с этим микроструктура носителя оказывает большое влияние на формирование размера частиц нанесенного палладия и его электронное состояние, которые в основном определяют каталитические свойства. Поэтому увеличение каталитической активности Pd/TiO₂ катализаторов может достигаться регулированием микроструктуры носителя TiO₂.

В работе были синтезированы Pd/TiO₂ и Pd/(CeO₂-TiO₂) катализаторы с содержанием палладия (0,5–2% вес.). Синтез проводили путем пропитки носителей TiO₂ с регулярной и нанокристаллической структурой анатаза раствором соли азотнокислого палладия с последующей сушкой и термообработкой на воздухе при 500°C. Образцы изучали методами рентгенофазового анализа (РФА), электронной микроскопии высокого разрешения (ЭМ), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), адсорбции.

Как показывают проведенные исследования, формирование нанокристаллической структуры анатаза достигается модифицированием высокодисперсного TiO₂ добавками оксида церия. Высокодисперсный диоксид титана состоит из частиц анатаза размером 3–6 нм, объединенных в неплотные агрегаты размером до 200 нм. При модифицировании азотнокислый церий равномерно распределяется в пористом пространстве агрегата. При термообработке из-за некогерентного спекания частиц TiO₂ это приводит к формированию нанокристаллической структуры анатаза. Нанокристаллическая структура TiO₂ (анатаза) состоит из некогерентно сросшихся между собой частиц с размером 3–8 нм с образованием между ними межблочных границ, в области которых стабилизируются ионы церия. В случае носителя TiO₂ без добавок при термообработке происходит формирование регулярной структуры анатаза вследствие когерентного спекания высокодисперсных частиц TiO₂ размером 3–8 нм (рис. 1).

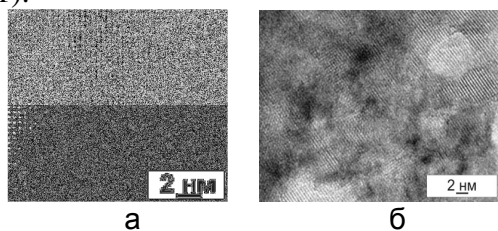


Рис. 1. Электронномикроскопические снимки TiO₂ с регулярной структурой анатаза (а); TiO₂ с нанокристаллической структурой анатаза, модифицированного добавкой оксида церия (б). Образцы прокалены при 500°C

На рис. 2 представлены каталитические свойства образцов 1% Pd/TiO₂ и 1%

Pd/(5%CeO₂–95%TiO₂). Видно, что при одинаковом содержании палладия, катализатор 1% вес. Pd/(5%CeO₂–95%TiO₂), полученный на диоксиде титана с нанокристаллической структурой, более активен как при нагревании, так и при охлаждении, по сравнению с катализатором 1% Pd/TiO₂, полученным на диоксиде титана с регулярной кристаллической структурой.

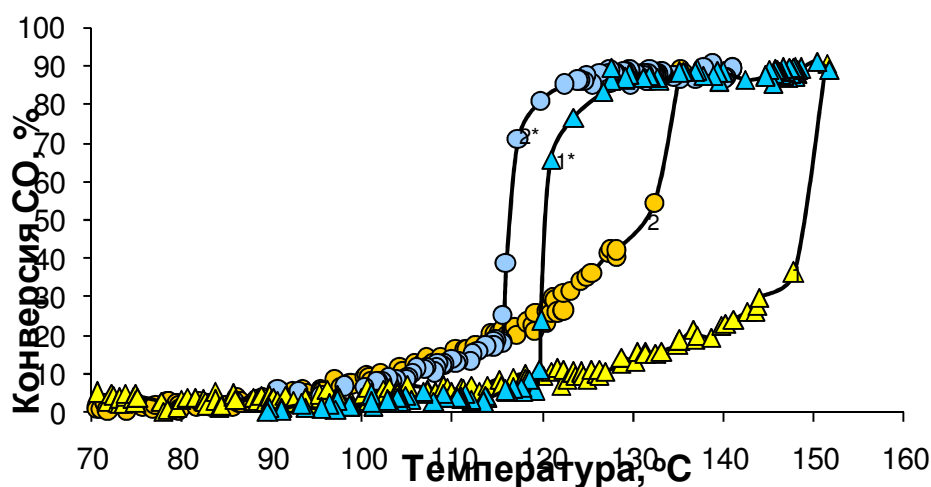


Рис. 2. Зависимость конверсии CO от температуры для катализаторов 1% Pd/TiO₂ при повышении (1) и понижении (1*) температуры; и катализатора 1%Pd /(5%CeO₂–95%TiO₂) при повышении (2) и понижении (2*) температуры в реакции окисления CO в CO₂. Состав реакционной смеси: 1 об.% CO, 20,6 об.% O₂, остальное азот, объемная скорость 16000 ч⁻¹

Это связано с формированием более высокой дисперсности частиц палладия на поверхности нанокристаллического диоксида титана и изменением их электронной структуры, по сравнению с частицами палладия, формирующимися на анатазе с регулярной структурой.

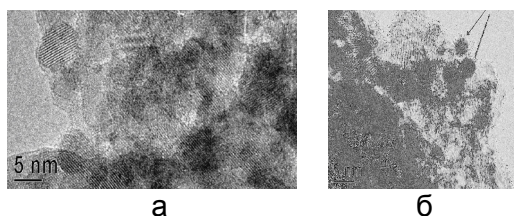


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки катализаторов 1% Pd/(5%CeO₂–(5%TiO₂) (а); 1% Pd/TiO₂ (б)

Из электронно-микроскопических снимков видно, что в катализаторе, содержащем 1% Pd/(5%CeO₂–95%TiO₂) размер частиц палладия составляет 0,5–0,6 нм, а в катализаторе 1% Pd/TiO₂ он равен 2–5 нм.

Следовательно, модифицирование диоксида титана добавками оксида церия приводит к изменению его структуры от регулярной к нанокристаллической. Катализаторы 1% Pd/(5%CeO₂–95%TiO₂), полученные на диоксиде титана с нанокристаллической структурой обладают высокой активностью в реакции окисления CO в CO₂ и являются перспективными для защиты окружающей среды от оксида углерода.

Выполнение работы поддержано грантом Министерства образования и науки РФ (ГК 16.513.11.3091), грантом Президента РФ (МК-6688.2012.3).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В.С. Сомихин

(Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.А. Кустиков

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики)

Проблемы предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с возгораниями на энергоемких объектах продолжают быть до сих пор актуальными, несмотря на совершенствование систем контроля режимов работы энергетического оборудования. К таким пожароопасным энергоемким объектам относятся суда морского и речного флота, электростанции, промышленные и бытовые предприятия, торговые и развлекательные комплексы, хранилища и склады продукции.

Тщательный контроль состояния и режимов работы энергетического оборудования, безусловно, уменьшает вероятность появления пожароопасной ситуации. Под пожароопасной ситуацией следует понимать такое состояние контролируемого объекта, когда возможно резкое повышение температуры проводников и отдельных элементов электрических цепей и электронных схем, приводящее к воспламенению легко воспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), или сгораемых материалов, как правило, выполненных из органических материалов.

Попытка полного контроля температуры и ее динамики на всех опасных участках энергоемкого объекта не может быть решена практически. Невозможно на каждый электромотор, разъединитель, элемент электронной схемы прикрепить датчик температуры, измерить температуру в динамике и указать те конкретные точки, в которых возникает пожароопасная ситуация.

Поэтому, в настоящее время делаются попытки обнаружить возникновение пожароопасной ситуации по косвенным признакам, а именно, по выделению специфических газов и веществ в виде молекул и аэрозолей, сопровождающих нагревание тел до температур выше 80–250°C.

Указанный диапазон температур соответствует предельным требованиям к рабочим режимам элементов энергонасыщенных объектов, например, изоляция проводов может нагреваться до 120–250°C, резисторы до 120–150°C, микросхемы до 150°C. Превышение указанного диапазона температур приводит к разрушению изоляции, коротким замыканиям, расплавлению паяк и другим неприятностям, которые в итоге порождают пожароопасную ситуацию на объекте.

Практическая польза от своевременного обнаружения пожароопасной ситуации полностью определяется алгоритмом ее ликвидации. Снижение энергетической нагрузки на тот участок, который оказался в пожароопасной ситуации, его полное отключение с переключением на резервное питание и т.п. мероприятия могут предотвратить переход пожароопасной ситуации в фазу воспламенения, тления и или другого вида горения или взрыва.

Загрубление системы обнаружения приводит к повышению вероятности пропуска пожароопасной ситуации или ее позднему обнаружению. Повышение чувствительности создает проблему ложных тревог при отсутствии обоснованной причины возникновения пожароопасной ситуации.

Основная проблема своевременной защиты объектов от возникновения пожароопасной ситуации заключается в исключении ложных срабатываний, которые могут привести к

нарушению работы всего объекта из-за отключения или ограничения питания или снижения нагрузки потребителей.

Положительное решение проблемы ложных срабатываний определяется как минимум несколькими условиями, а именно:

- правильным выбором признака возникновения пожароопасной ситуации;
- правильным размещением датчиков пожароопасной ситуации;
- алгоритмом обработки поступающей информации от датчиков пожароопасной ситуации;
- одинаковой реакцией датчиков на количественные характеристики выбранного признака пожароопасной ситуации.

Последнее условие подразумевает определенное метрологическое обеспечение пожарных извещателей, предназначенных для раннего обнаружения пожароопасных ситуаций.

В работе впервые делается попытка отградуировать электроиндукционные датчики аэрозоля для системы раннего и сверхраннего обнаружения пожаров в единицах счетной концентрации частиц в диапазоне размеров от 11 до 600 нм.

УДК 334.021

ОЦЕНКА «УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА» В КОРПОРАТИВНОМ УЧЕТЕ: ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

А.С. Трофимова

Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

Как известно, проблема изменения климата возникла в результате выбросов парниковых газов (ПГ), образующихся при сжигании углеводородного топлива и в технологических процессах в промышленности и сельском хозяйстве. Необходимость реализации международных обязательств по снижению эмиссии парниковых газов и национальной программы повышения энергоэффективности подтверждают актуальность темы исследования.

Исследование проводилось с целью изучения потенциала снижения выбросов ПГ в продуктовой цепочке продукции пищевой промышленности мерами энергоэффективности.

Для достижения указанной цели был выполнен анализ международных корпоративных стандартов и руководств по учету и отчетности выбросов ПГ и возможностей их применения для оценки выбросов ПГ в производстве пищевых продуктов; определение выбросов ПГ в границах жизненного цикла продукции мясной отрасли и расчет углеродного следа продукции.

Добровольное применение корпоративных методик позволяет компаниям оценивать выбросы ПГ как по отдельным стадиям жизненного цикла продукции, так и в полном жизненном цикле продукции, включая получение сырья, производство, транспортировку, хранение, использование продукции и утилизацию отходов. В свою очередь это способствует снижению энергоемкости и себестоимости продукции, повышению эффективности использования материальных и энергетических ресурсов, снижению экологических рисков, что дает конкурентные преимущества, как на внутреннем, так и внешнем рынке.

Наиболее распространенным международным документом для учета и отчетности выбросов ПГ для продуктов пищевой отрасли является «PAS 2050: Технические требования по оценке эмиссии парниковых газов на протяжении жизненного цикла товаров и услуг», разработанный в 2008 г. компанией Carbon Trust и Британской организацией по стандартизации при поддержке Министерства Великобритании по вопросам экологии, пищевой и сельскохозяйственной продукции. Итогом сертификации и верификации

по данному стандарту является экологическая маркировка «carbon footprint» («углеродный след»), которая используется для информирования экологически ответственных потребителей и потребителей.

В настоящее время инвентаризация выбросов ПГ проводится в основном по методике, разработанной Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) и оценивает только прямые выбросы ПГ, образующиеся непосредственно от источников, принадлежащих или контролируемых организацией. К ним относятся стационарные и передвижные источники сжигания топлива, технологические выбросы, а также неорганизованные утечки газов из оборудования и трубопроводов. Однако, в соответствии с рекомендациями Британской организации по стандартизации, приведенными в стандарте корпоративного учета и отчетности выбросов ПГ, следует учитывать не только прямые выбросы от источников предприятия (область 1), но и косвенные выбросы в границах жизненного цикла (область 2) и цепочки поставок (область 3). Область 2 включает косвенные выбросы в результате потребления электроэнергии, пара, горячей и охлаждающей воды, произведенные вне границ предприятия. Область 3 включает прочие косвенные выбросы в границах жизненного цикла продукции и корпоративных цепочек поставок: выбросы ПГ, выделяющиеся в процессе добычи и переработки сырья, производства, транспортировки продукции на рынок, розничной деятельности и аутсорсинговых услуг, оказываемых третьими сторонами.

Положительными эффектами от реализации взятых добровольных обязательств по декарбонизации в России могут стать привлечение иностранных инвестиций в рамках механизмов совместного осуществления и чистого развития, внедрение и развитие низкоуглеродных технологий, использование возобновляемых источников энергии и эффективное использование энергоресурсов. В дополнение экологический эффект от снижения эмиссии ПГ позволит улучшить экологическую обстановку и качество жизни населения, а компаниям – получить конкурентные преимущества на внешнем рынке и создать «зеленый» имидж.

Расчет углеродного следа может быть полезен для выявления наиболее эффективных направлений снижения выбросов ПГ и увеличения энергоэффективности, так как прямые и косвенные эмиссии выбросов ПГ связаны с процессами сжигания углеродного топлива и получения энергии и технологическими процессами производства.

УДК 504.06

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УРОВНЕЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.А. Тютрюмова, С.Е. Копыльцова

Научный руководитель – ст. преподаватель С.Е. Копыльцова

Предприятия по производству хлебобулочных изделий имеются в каждом достаточно крупном населенном пункте в России. В настоящее время общая мощность хлебопекарных заводов составляет около 150 млн. тонн в год. Для предприятий хлебопекарной промышленности, не являющихся в целом чрезвычайно опасными с позиции воздействия на окружающую среду, актуальным является выявление стадий производства, потребляющих наибольшее количество сырьевых и энергетических ресурсов и создающих наибольшую экологическую нагрузку. Проблемой, также требующей решения, являются способы экономии ресурсов и пути по снижению вредного воздействия производства.

Целью исследования являлось определение экологического воздействия предприятий хлебной отрасли и выявление степеней соответствия технологиям и требованиям наилучших

доступных технологий, в соответствии с которыми негативное воздействие снижается до уровней, соответствующих наилучшим экологически безопасным мировым технологиям.

Для реализации данной цели было оценено состояние НДТ хлебной продукции в нашей стране, для этого было оценено положение современного уровня потребления ресурсов.

Задача дальнейшего исследования заключается в выполнении сравнительного анализа полученных результатов с данными зарубежных предприятий, соответствующих уровню наилучших доступных технологий хлебопечения.

Литература

1. ВНТП 02–92. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. Часть I. Хлебозаводы.
2. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. – М.: ПрофОбрИздат, – 2002. – 432 с.
3. Методические указания по нормированию, учету и контролю выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий. – М.: АО «Росхлебопродукт». – 1996.
4. Медведев П.В., Степанов А.С. Регулирование воздействий хлебопекарного производства на окружающую среду // Вестник ОренбургГУ. – 2004. – № 2. – С. 122–126.