

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТООО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ДОКЛАДЫ
XXIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ПОСВЯЩАЕТСЯ

*150-летию со дня основания РХО имени Д.И. Менделеева;
120-летию со дня основания Российского химико-технологического университета
имени Д.И. Менделеева*

Издательство «Инновационные технологии»

Тула 2018

УДК 61
УДК 658.5
УДК 67

ББК 91.9

Приоритетные направления развития науки и технологий:
доклады XXIII международной научн.-техн. конф.; под общ. ред.
В.М. Панарина. - Тула: Инновационные технологии, 2018. – 140 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

Редакционная коллегия

Академик РАН С.М. Алдошин, Академик РАН В.П. Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н. А.А. Маслова, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, к.т.н. Е.И. Вакунин, к.т.н. А.Е. Коряков, В.М. Михайловский, А.П. Метелкин.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-9909491-8-8

© Авторы докладов, 2018

© Издательство «Инновационные технологии»,
2018

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОБЛЕМА ЭРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ

В.А. Азарова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Жизнедеятельность населения связана с образованием твердых бытовых отходов вблизи проживания людей. Самым распространенным методом их утилизации является складирование и захоронение.

В Тульской области, а также и других регионах нашей страны существует проблема размещения отходов. Как известно объектами размещения бытового мусора являются полигоны, шламозахранители. В РФ накоплено около 80 тысяч тонн твердых бытовых отходов и пополняется ежегодно на 30 млн.т. [1], а на территории Тульской области скапливается 600тыс. тонн твердых бытовых отходов [2].

В настоящее время полигоны находятся в пределах природоохраняемых территорий, а именно в лесах, лесопосадках. Бытовой мусор в целом на полигоне представляет собой техногенный свалочный грунт, состоящий из ядовитых веществ пластика, текстиля, картона, бумаги, стекла, кожзаменителя, а так же опасные для человека и экологии материалов: отработанных аккумуляторных батарей, лаков, красок. Все выше перечисленные предметы обихода хорошо воспламеняются и горят, что впоследствии приводит к лесным пожарам. При горении таких отходов выделяются диоксид углерода, оксид углерода, цианиды, формальдегиды, оксид азота, хлористый водород, диоксид азота, аммиак, олово, ртуть, цинк, свинец. К примеру, в выброшенном пакете с мусором может быть та же самая батарейка. В процессе ее разложения образуются ядовитые элементы: ртуть, свинец, кадмий, которые попадают вглубь земли, воду и выделяются в воздух. Казалось бы маленькая, а вред большой. А ведь такой отход находится в каждом третьем мусорном пакете.

На мой взгляд, с целью решения проблем, создающимися с отходами необходимо: Во-первых, сокращение количества образующихся отходов. Во-вторых, переработка уже существующих отходов и вторичное использование. Например, всем известно, что полимерные отходы составляют наибольшую часть мусора (упаковочные пакеты, одноразовая посуда, бутылки). Они составляют сотни миллионов тонн ежегодно[3]. В-третьих, отдельный сбор мусора. В большинстве городов России мусор не сортируется и попадает в таком виде на свалки. Отсортировать такой мусор в дальнейшем очень сложно. И в четвертых одно и самых главных это, конечно же, экологическое образование в области обращения с отходами. Нужно ещё с малых лет, начиная с детского сада, школы детям в доступной форме объяснять о вреде который мы наносим себе и природе.

В заключение, хочу сказать, необходимо достучаться до каждого россиянина, помочь сформировать экологическое сознание, принудительно (в виде штрафов) или добровольно.

Список литературы

1. Подлипский И.И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. - СПб.: Изд-во СпбГУ, 2010. - 22с.
2. <http://realty.interfax.ru/ru/news/articles/72900>
3. Scott Biodegradable polymers: principles and applications. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002. P.615.

ОТКАЗ ОТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В.А. Азарова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Наша область, как и вся Россия, испытывает колоссальные экологические проблемы, связанные с использованием технологий прошлого века. Сжигание углеводородного топлива – то на чем стоит экономика мира и наша область не исключение. Наибольший объем углеводородной зависимости приходится на привычную всем технологию, используемой в автомобильном транспорте. Технология проста, преобразование энергии при сгорании топлива в механическую работу. Сам процесс сгорания подразумевает сгорание смеси топлива и воздуха с последующим выбросом отработавших газов в атмосферу.

Эту технологию смело можно назвать устаревшей, не эффективной и опасной для окружающей среды, ведь наука не стоит на месте. Автомобили без ДВС начинают завоевывать мир. Технология при которой для привода ведущих колес используется электрическая энергия, получаемая из аккумулятора куда более эффективна и безопасна.

Мировые автогиганты (Volkswagen, Renault-Nissan, Toyota, GeneralMotors, Hyundai-Kia, Ford) занимаются непосредственным налаживанием производства электромобилей и признают ДВС устаревшими силовыми агрегатами. Называются конкретные даты начала серийных выпусков экологичных автомобилей. В настоящее время автопроизводитель Tesla (США) рекордными темпами наращивает объем продаж своих электрокаров по всему миру.

По данным журнала DerSpiegel, в Германии планируют запретить автомобили с двигателем внутреннего сгорания к 2030 году. Они также рекомендуют и другим странам перейти на такой запрет [1]. В 2016 г. в соответствии с вступившей программой на ближайшие годы, Норвегия решила полностью перейти на электромобили. Переход будет носить постепенный характер, что, по мнению властей, облегчит нагрузку граждан страны. Перейти

полностью удастся только к 2025 году [2]. И причин для такого перехода не мало. Действительно, автомобильный транспорт негативно влияет на атмосферный воздух. В выхлопных газах от двигателей внутреннего сгорания находится около 1200 вредных веществ. К ним относятся углекислый газ, оксид углерода, углеводород, углерод, оксид азота, сажа, альдегид, тяжёлые металлы (свинец, кадмий) и др. Все эти компоненты воздействуют на нервную и сердечно-сосудистую системы, органы дыхания, вызывают головную боль, головокружение, аллергию, бессонницу [3].

Общая тенденция настраивает на позитивный лад, однако, в России, увы переход грозит оказаться более затяжным и болезненным, и для данного беспокойства много причин. Рассмотрим конкретные на примере Тульской области. В Узловском районе строится завод Naval, который будет выпускать автомобили с использованием ДВС, о электроагрегатах речи не идет вовсе. Со стороны правительства области никаких действий для подготовки инфраструктуры и условий для начала производства электроавтомобилей не предпринимается.

Атмосфера Тулы ежегодно загрязняется 13,25 т вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей со всеми вытекающими последствиями для здоровья жителей. Наибольшую долю среди этих загрязнителей составляют оксид углерода (11,64 т/год), углеводороды (0,97 т/год), диоксид азота (0,45 т/год) [4]. Все эти компоненты меняют воздух, ставя под удар благополучие всего живого.

Список литературы

1. <https://www.kommersant.ru/doc/3112026>
2. <http://nordportal.ru/archive/17333/2016/04/02.html>
3. Балакин В.В, Сидоренко В.Ф., Сидоренко И.В, Аброськин А.А. Градостроительные мероприятия по снижению загазованности урбанизированных территорий выбросами автомобильного транспорта. Экология урбанизированных территорий. - 2015. - №4. - С.79-85.
4. http://www.dishisvobodno.ru/eco_tula_obl.html

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

П.А. Аверьянов, учащийся МБОУ СОШ №4
Д.Р. Морозов, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

В настоящее время качество окружающей среды ухудшается из-за её загрязнения сточными водами и выбросами от различных технологических линий промышленного производства. В условиях массовой автоматизации промышленности особую актуальность получает внедрение систем мониторинга,

контроля и регулирования работы очистных сооружений. Данные устройства делятся на два типа:

- для контроля загрязнения воздуха;
- для контроля загрязнения воды.

Существует широкий спектр средств измерений, используемых для проведения своевременного и качественного экологического контроля. Среди них есть устройства, которые очень активно используются для исследования газов. Например: Компания «ЭКСИС» предлагает многокомпонентные газоанализаторы серии МАГ-6, которые подойдут для контроля следующих газов: сероводород, углекислый газ, аммиак, кислород. Приборы МАГ-6 занесены в Госреестр средств измерений РФ и выпускаются в двух исполнениях: портативная модель во взрывозащищенном исполнении МАГ-6 П-В с индикацией показаний; стационарная модель МАГ-6 С со встроенными датчиками и компрессором. Газоанализаторы МАГ являются автоматическими многоканальными приборами непрерывного действия. В состав газоанализатора может входить от одного до шести газоаналитических измерительных каналов и до двух измерительных каналов температуры. [1]

Газоанализатор ALTAIR 4x – это надежный многоканальный прибор, измеряющий O₂, H₂S, CO и взрывоопасные газы. Прибор имеет одни из самых малых габаритов для такого класса газоанализаторов, чрезвычайно прочный обрешеченный корпус и очень прост в эксплуатации. Функция контроля неподвижности оператора MotionAlert – абсолютно новое свойство для приборов газового контроля. Сигнал тревоги включается и привлекает внимание окружающих, если оператор в течение определенного времени остается неподвижным (например, потерял сознание). Встроенное устройство InstantAlert позволяет оператору вручную включить сигнал тревоги. Эта функция является обязательной для всех приборов серии ALTAIR 4, которые можно использовать в самых различных отраслях промышленности: нефтегазовая, химическая, металлургическая, коммунальное хозяйство, пожарные службы, водоочистные сооружения, строительство, и прочие, схожие по условиям труда отрасли. Прочная надежная конструкция ALTAIR 4 имеет высокий уровень защиты от внешних воздействий пыли и влаги. [2]

ООО «НПО «Прибор» г. Ганк» - российский разработчик и производитель газоанализаторов ГАНК-4. Область применения ГАНК-4 достаточно разнообразна: центры гигиены и эпидемиологии, центры оценки условий труда, лаборатории охраны труда различные отрасли промышленности: электроэнергетика, металлургия, машиностроение, топливная, химическая и нефтехимическая промышленность и многие другие. Газоанализаторы ГАНК-4 позволяют осуществлять последовательный контроль до 25 вредных веществ в одном приборе в атмосферном воздухе и/или в воздухе рабочей зоны (индивидуальный набор веществ, более чем из 200). Возможно переносное, стационарное и взрывозащищенное исполнение приборов. [3]

Приборы для контроля качества воды предназначены для измерения уровня загрязненности жидкости и соответствие ее состава фиксированным стандартам качества. На основании показателей, полученных устройствами,

делается вывод об эффективности работы очистных сооружений и возможности использования очищенной воды далее в производственных целях.

Анализ состава воды может проводиться не только в лабораториях, но и в полевых условиях современными портативными приборами для определения качества воды, которые позволяют выявить процент содержания в ней кислорода, соли и других показателей.

По способу использования анализаторы качества воды делят на 2 группы:

1. Портативные - позволяющие проводить исследования даже в полевых условиях. Подходят как для бытового, так и для промышленного использования и позволяют осуществлять мониторинг качества воды в любой ситуации.

2. Стационарные - предназначенные для размещения в напорных трубах, коллекторах, колодцах. Анализируют качество воды по сразу нескольким параметрам и позволяют в постоянном режиме контролировать уровень очистки и получать объективные данные о состоянии и составе воды.

Например: **AZ8401** - прибор предназначен для измерения показателей растворённого в воде кислорода, а также для выполнения диагностики пригодности того или иного водоёма для рыбного промысла и разведения рыбы. Ещё одним направлением использования прибора является выяснение санитарного состояния естественных и искусственных водоёмов с точки зрения защиты природной среды по такому показателю, как уровень кислорода, растворённого в воде. [4]

Многopараметрический прибор U-50 используется для определения качества воды. Серия указанных портативных анализаторов имеет возможность выполнять одновременное измерение и выводить на дисплей до одиннадцати параметров. Удобная в работе и надёжная конструкция ставит приборы данного модельного ряда в число наиболее эффективных при выполнении мониторинга грунтовой воды, дренажных каналов и открытых водоёмах. Прибор имеет интуитивно понятные системы меню.

Результаты замеров можно вносить в память и по специальной программе данные обрабатываются ПК. Прибор позволяет выполнять следующие замеры: pH (mV), pH(pH); окислительно-восстановительный (ORP) потенциал; (COND) – электропроводимость; (OD) – растворённый кислород; (TDS) – общее содержание твёрдых веществ, растворённых в воде; (SAL) – минерализация, выраженная электропроводностью; (SG) – удельная плотность воды морской; (TURB) – мутность (в качестве источника света используется светодиод, метод рассеивания света вперёд на 300м); (TEMP) – температура воды; (DEP) – глубина выполнения замера.[5]

Основные цели экологического мониторинга состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности своевременной и достоверной информацией, позволяющей оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека. Поэтому выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются; создать предпосылки для определения мер по исправлению

возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб, сегодня является достаточно актуальным.

Список литературы

1. <http://www.eksis.ru/catalog/portativnye-mnogokomponentnye-gazoanalizatory-mag-6/>
2. http://www.orbitalspb.ru/gazoanalizator/gazoanalizator_rabochei_zony_per_enosnie/altair-4?yclid=1082142183563725891
3. http://www.gank4.ru/devices/desc_gank-4ar.php
4. <https://www.ecounit.ru/price.php>
5. <http://www.horiba.com/ru/process-environmental/products/water-quality-measurement/details/u-50-multiparameter-water-quality-checker-368/>
6. Семенов В.А. Автоматизация обработки гидрологических данных по режиму рек / Семенов В.А., Герасимов С. [и др.]. - М.: Гидрометеиздат, 1988.
7. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды.
8. Воронцов А.И., Харитонов Н.З. Охрана природы. – М.: Высшая школа, 1971.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.А. Маслова, Д.А. Селезнева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Чаще всего механический способ является первым этапом очистки. Механическая очистка способна очищать бытовые воды до 65 %, а производственные – до 95 %. Главная ее задача – подготовить воду к последующим методам обработки. Она является дешевым способом и всегда оправдана при очистке сточных вод.

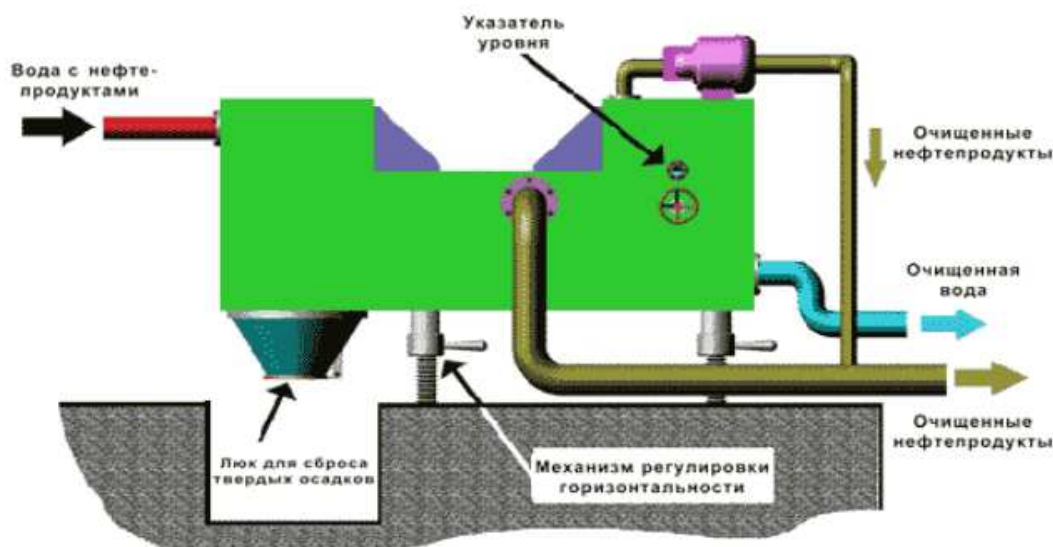


Схема очистки воды

Первым устанавливают процеживание сточных вод через множество сит с различным размером ячеек. Отстаивание действительно для удаления веществ с плотностью отличной от воды: тяжелые – выпадают на дно, легкие – поднимаются вверх. Песколовки построены на выпадения осадка. Нефтеловушки для очистки сточных вод, жироловки и маслоуловители отделяют всплывшие частицы [1].

Фильтрация эффективно для очистки от мелких частиц. Сточные воды пропускают через фильтр с фильтрующей массой из различных тканей, зернистых и химических материалов. Фильтрующий материал собирает на своей активной поверхности всю взвесь.

Механического способа хватает только при условии, что отфильтрованная вода может повторно поступать на нужды предприятия или впускаться в водоемы. В других случаях метод механической очистки воды является только первой ступенью все очистительной системы [2].

В песколовках остаются примеси от 200 мкм. При их отсутствии весь песок будет задержан последующими способами очистки, что значительно усложняет их работу.

Песколовки работают на разности движений тяжелых частиц в воде. Они бывают горизонтальные, вертикальные, круговые, прямолинейные, с поступательно-вращательным движением. В названиях видов песколовки отражено направление движения вод. На выбор конструкции влияет объем подаваемой воды и количество примесей.

На практике наиболее действенными на нефтебазах являются горизонтальный тип, который очищают раз в два дня с использованием гидроэлеватора.

Самый незатейливый и доступный способ очистки от крупнодисперсных частиц. На них начинает действовать сила гравитации планеты. Частицы всплывают вверх или оседают на дно.

На предприятиях нефтепереработки, нефтебаз и при передаче используют резервуары из стали или железобетона. Они исполняют роль накопителя, отстойника или буфера. Буфер необходим при неравномерном потоке воды. В резервуаре нефтепродукты начинают подниматься на поверхность, удаляется до 95 %. Часто предприятие имеет несколько буферных резервуаров, работающих по очереди. Отстаивают 6-24 часа.

Перфорированные трубы удаляют осадок со дна. Поверхность очищают от всплывших нефтепродуктов, а чистую воду выкачивают.

Удаление примесей происходит во время движения воды. Водные массы постоянно находятся в движении: по вертикали или горизонтали.

Нефтеловушки для очистки сточных вод представляют собой горизонтальные отстойники. Это резервуар прямоугольной формы, высота которого 1-4 метра, ширина – 2,5-6 метров, длина – до 50 метров. Выпавшие примеси на дне убираются скребками, а потом насосами.

Высотные параметры отстойника влияют на время ожидания всплытия частиц. В нефтеловушках для очистки сточных вод трудно ускорить период очистки. Одновременно толщина слоя сточной воды прямопропорциональна

скорости процесса. Соответственно при тонком слое частицы всплывают быстрее. Достоинством является минимальный расход строительного материала. Недостатком – дополнительные резервуары для удаления легко отделимых нефтепродуктов: связано это с плохой плавучестью нефтяных пятен.

Центрифуги и гидроциклоны работают на принципе оседания взвешенных частиц под воздействием центробежной силы. Тяжелые частицы отбрасываются к периферии гравитацией, инерцией и сопротивлением. Различают напорные и безнапорные гидроциклоны.

В напорных гидроциклонах вода меняет свое движение и стремится к центру потока. Существует разные размеры гидроциклонов. Чем меньше диаметр, тем удаляются более мелкие примеси.

В безнапорных гидроциклонах вода подается по касательной в низ. Вода подается через верх. Нефтепленка скапливается в центре потока, а потом образуется конус из нефтепродуктов – его легко удалить.

Различают 2 вида центрифуг: отстойные и фильтрующие. Суспензия вращается в перфорированном барабане, по периметру которого натянута сетка или ткань. Примеси задерживаются на стенках, которые легко чистить после слива воды.

Требования к качеству воды все время растут. Это заставляет многие предприятия применять фильтры для очистки сточных вод. Фильтрование используется после отстойников. Работа основана на прилипанию нефтепродуктов к активной поверхности фильтрующей массы.

Фильтры могут иметь различные загрузочные материалы: ткань, сетка, мембрана и т.д. Ткани используются для грубой очистки, а мембраны для молекулярной.

Фильтрующая масса может быть тканевой, сетчатой или полимерной. Их конструкция состоит из барабанов диаметром 1,5-3 метра, которые вращаются, а фильтрующий элемент закреплен. Их монтируют горизонтально. Вода поступает в барабан и проходит через фильтр. Движение обеспечивается разностью уровней воды внутри и снаружи системы.

Выделяют три группы:

- зернистые фильтры на основе адгезии;
- волокнистые фильтры на основе сорбции;
- зернистые и волокнистые для удаления эмульгированных представителей нефтепродуктов.

В первых двух типах фильтрующие массы вбирают в себя нефтепродукты. Со временем они перенасыщаются ими и нуждаются в регенерации.

В третьем методе пленка скапливается, но не впитывается в фильтрующую массу. Со временем она не выдерживает и выпадает в форме капель на поверхность воды. Капли нефтепродуктов быстро и легко собираются.

Это новый способ удаления нефтепродуктов с использованием пенополиуретана, обладающего высокими эластичными свойствами. Средний размер его ячеек около миллиметра, а их плотность от 25 до 60 килограмм на кубический метр. Фильтрующий материал имеет большую пористость,

гидрофобность, устойчив к механическим и физическим воздействиям. Перечисленные характеристики важны при работе с нефтепродуктами.

Нефтепродукты представляют немалую угрозу для окружающей среды. Их пребывание в водных ресурсах способно погубить все живое [3]. Очистные сооружения, функционирующие по принципу биологической очистки, не способны справиться с нефтепродуктами вследствие их разрушительного воздействия на биоценоз микроорганизмов.

Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).

Список литературы

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. *Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов (направление «Строительство»)*. 4-е изд., доп. и перераб. - М.: АСВ: Изд-во МГСУ, 2006.

2. Пугачев Е.А. *Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод.* – 2010.

3. Хенце М. *Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир, 2006.*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ПТИЦЕФАБРИКИ ООО «АВИАГЕН»

Ю.Н. Кирюшина, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Основной вид деятельности ООО «Авиаген» – птицеводство. Режим работы предприятия – 2 смены по 8 часов (16 часов ежедневно). поголовье птицы 30 тыс. голов Мощность производства – 3450 тыс. яиц в год.

Применяется технология содержания птицы с суточного возраста до 65 недели без пересадок на глубокой подстилки из сосновых опилок. На 65 неделе вся птица отлаивается и отправляется на убой. Убой на площадке не осуществляется. В течение последующих дней цикла происходит уборка и вывоз подстилки, мытье и дезинфекция птичников. Дезинфекция осуществляется одновременно только в одном птичнике. После проведения основной дезинфекции завозится подстилка.

Для очистки стоков предлагается следующая схема очистки (Рис. 1).

Сточные воды птицефабрики по трубопроводам поступают в приемную камеру для того, чтобы произошло равномерное смешение по загрязняющим веществам. Далее сток идет на решетки для удаления наиболее крупных частиц (перья, опилки, пух и т.д.), где происходит очистка по взвешенным веществам на 5 % и по БПКполн на 4 %. После решеток вода поступает в отстойники с тонкослойными модулями горизонтального типа. Выбрана именно такая модель

отстойника для наилучшей очистки воды по взвешенным веществам и БПК, для снижения нагрузки на биофильтр. Преимущество тонкослойных отстойников также в том, что наличие параллельных пластин в сечении отстойника позволяет равномерно распределить поступающий поток воды и сохранить это распределение по всей длине. В рассматриваемой схеме очистных сооружений установлено одиннадцать первичных отстойников. Уловленные в первичных отстойниках вещества перекачиваются и вывозятся подрядчиками на иловые площадки или утилизацию.

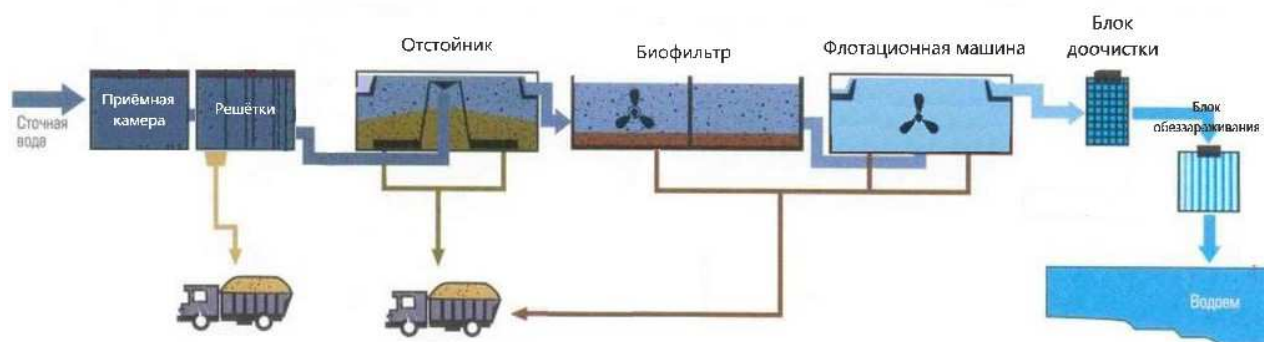


Рис. 1. Схема очистки сточных вод птицефабрики

Перед полной биологической очисткой установлена флотационная камера. Она позволяет снизить содержание взвешенных веществ и БПК для пуска вод на биофильтр, а также взбивает в пену животные жиры и пленки и удаляет их, обеспечивая 77 % очистку. После флотационной камеры вода попадает на биофильтр.

На биофильтре сточная вода проходит полную биологическую очистку от органических загрязнений. Выбран шестисекционный биофильтр с пластиковой загрузкой с системой реактивных оросителей. Преимущество биофильтров состоит в обслуживании их немногочисленным персоналом и в умеренном расходе энергии.

После биофильтров осветленная вода по отводному лотку направляется на доочистку. В качестве оборудования доочистки выбраны зернистые фильтры и угольные сорбционные фильтры.

Фильтры с зернистой загрузкой позволяют более глубоко очищать воду. В процессе фильтрации происходит удаление загрязняющих веществ почти до требований ПДК. После фильтрации вода собирается в резервуар осветленной воды. Далее очищенная вода, под напором, поступает на следующую ступень блока доочистки, угольные фильтры. В угольных фильтрах, благодаря высокой адсорбционной способности активированного угля происходит поглощение растворенных газов и органических соединений, содержащихся в очищенной воде, что способствует улучшению органолептических показателей воды, устранению присутствующего запаха и цветности, после угольных фильтров вода подается на узел ультрафиолетового обеззараживания, где в результате действия ультрафиолета происходит обезвреживание воды от микроорганизмов, оставшихся в ней после биологической очистки до требований действующих норм.

Для предлагаемой схемы очистки возможно применение Патента РФ № 2301775 и патента РФ № 2207181. Первый патент представляет собой улучшенную конструкцию флотатора, что обеспечивает повышение эффективности очистки воды за счет более равномерного насыщения всего объема обрабатываемой воды пузырьками воздуха (Рис. 2). Второй патент обеспечивает упрощение конструкции фильтра, облегчение его эксплуатации, исключение проскока взвеси с очищенной жидкостью (Рис. 3 и 4).

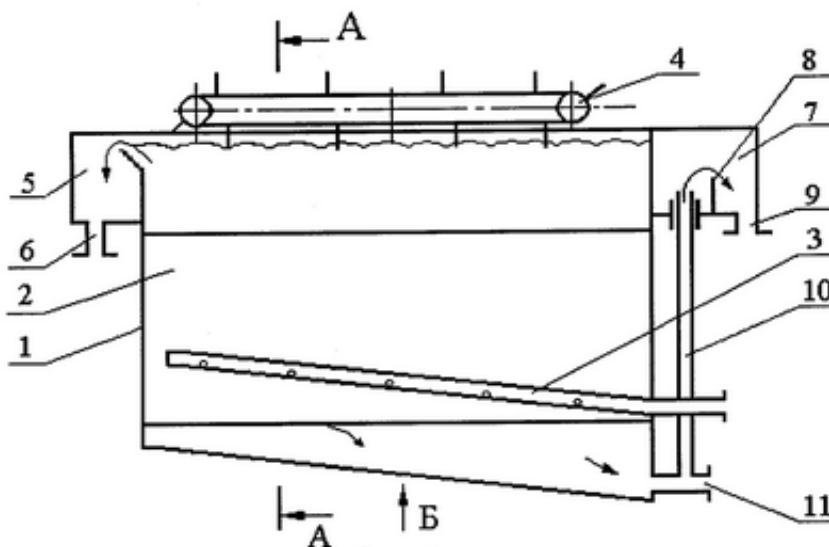
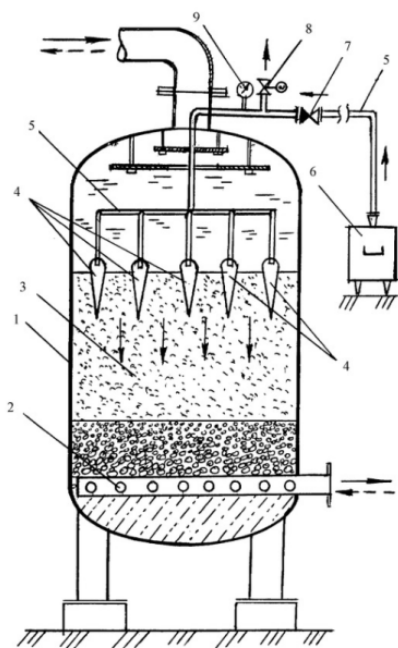


Рис. 2. Улучшенная конструкция флотатора



Фиг. 1

Рис. 3

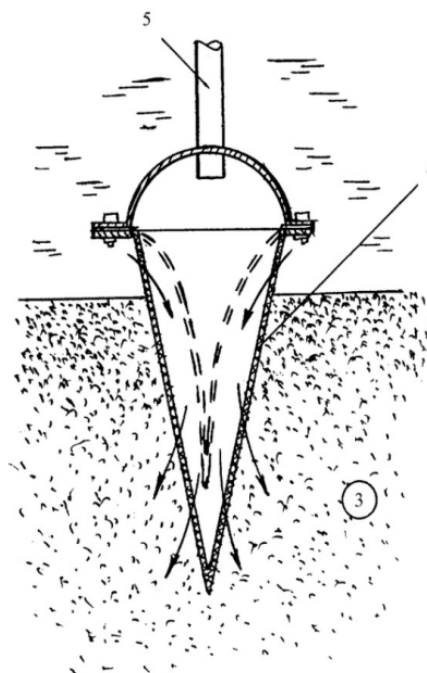


Рис. 4

В таблице 2 приведена оценка эффективности установленной очистки сточных вод для птицефабрики.

Таблица 2

Параметры эффективности очистки

ЗВ	Эффективность очистки																		ПДК, мг/л
	Механическая очистка						Физико-химическая очистка			Полная биологическая очистка			Доочистка						
	Решетка			Отстойник			Флотационная камера			Биологический фильтр			Зернистые фильтры			Угольные сорбционные фильтры			
	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	% очистки	до очистки, мг/л	после очистки, мг/л	
Взвешенные вещества	4	897	861	70	861	258	45	258	142	90	142	14,2	80	14,2	2,84	95	95	0,14	0,25
БПК _{полн}	5	446	423	40	423	254	10	254	228	90	228	22,8	70	22,8	6,84	95	95	0,34	3
Азот аммонийный	0	50	50	0	50	50	0	50	50	90	50	5	95	5	0,25	95	95	0,13	0,4
Азот нитратов	0	1,7	1,7	0	1,7	1,7	0	1,7	1,7	90	1,7	0,17	95	0,17	0,01	95	95	0,00043	9
Фосфаты	0	30	30	0	30	30	0	30	30	90	30	3	95	3	0,15	95	95	0,0075	0,2
Жиры	0	100	100	0	100	100	77	100	23	0	23	23	95	23	1,15	95	95	0,0575	5

Список литературы

1. Гарзанов Л.А. Опыт очистки стоков мясоперерабатывающего предприятия / Гарзанов Л.А., Дорофеева О.А. Группа компаний Агро-3. Экология // Мясная индустрия. – 2010. – №1 – С. 68 – 71.

2. Gladkova E.V. Использование мембранного биореактора в очистке сточных вод / Gladkova E.V., Dem'yanova Yu.V., Nikolaeva A.M., Kutuzov D.K. / Вестник РГАЗУ. – 2013. – Ч.2.

3. Ласков Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учеб. пособие для вузов / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД «Альянс», 2008. – 255 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА АСФАЛЬТО-БИТУМНОМ ЗАВОДЕ

А.А. Маслова, А.А. Белькова
Тульский государственный университет,
г. Тула

С целью предупреждения заболеваний, вызванных действием пыли, следует соблюдать установленные ГОСТ 12.1.005 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» предельно допустимые концентрации различных видов пыли в воздухе рабочей зоны. Ниже приведены значения ПДК пыли от некоторых материалов. [1]

	ПДК, мг/м ³
Пыль, образуемая при работе с:	
асбестом, алюминием и его сплавами (в пересчете на А1)	2
известняком, глиной, карбидом кремния (карборундом), цементом, оксидом цинка,	6
чугуном	6
Пыль растительного и животного происхождения с примесью SiO ₂ :	
менее 2 % (мучная, древесная и др.)	6
от 2 до 10 %	4
более 10 % (лубяная, льняная, хлопковая, шерстяная)	2
Пыль от стеклянного и минерального волокон	2
Пыль табака, чая	3

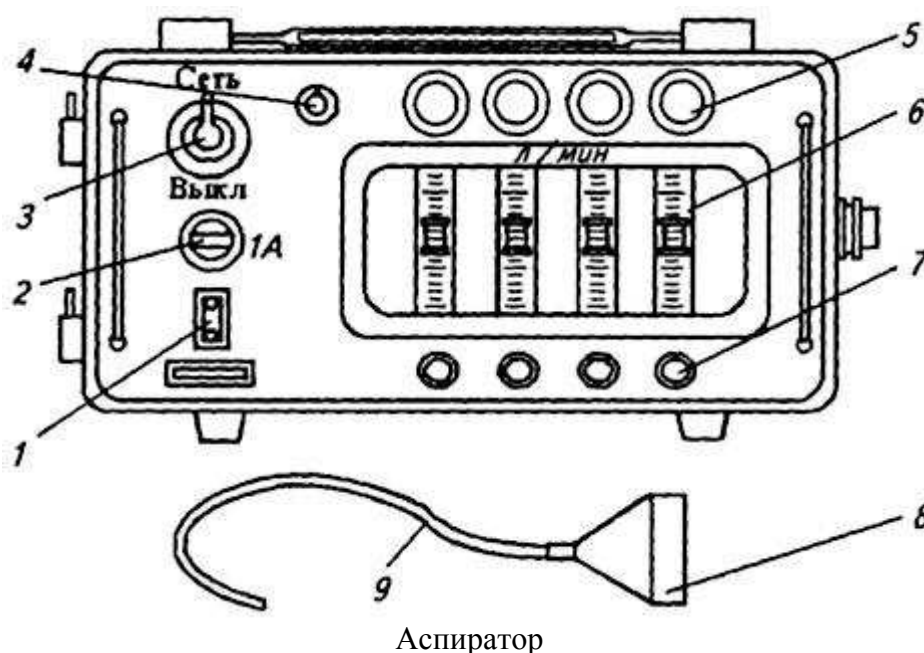
Для обоснования необходимости проведения мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда и выбора их оптимального варианта на каждом рабочем месте, где образуется пыль, следует периодически контролировать ее концентрацию.

Фактическое содержание пыли в воздухе производственных помещений определяют в основном массовым методом, основанным на протягивании определенного количества воздуха рабочей зоны через специальный фильтр из перхлорвиниловой ткани (фильтры АФА и ФПП из ткани). Разница в массе фильтра до и после протягивания, деленная на объем прошедшего через него воздуха, соответствует фактической концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

Для протягивания запыленного воздуха через фильтр применяют аспиратор (рисунок), работающий от переменного тока напряжением 220 В.

В корпусе аспиратора размещены электродвигатель с воздуходувкой и четыре ротаметра б, два из которых (градуированы от 0 до 20 л/мин) предназначены для отбора проб пыли, а два других (от 0 до 1 л/мин) используют для отбора проб воздуха на содержание газов и паров. Объем протягиваемого воздуха за единицу времени регулируют ручкой вентиляей 5. Всасывающий штуцер 7 ротаметра с помощью резинового шланга 9 соединяют с аллонжем (патроном) 9, представляющим собой полый конус с гнездом и гайкой для крепления в нем фильтра. Разгрузочный клапан 4 служит для предотвращения перегрузки электродвигателя при отборе проб воздуха с малыми скоростями и облегчения пуска аппарата. Прибор включают в работу тумблером 3. При этом загорается лампочка шкал реометров, и поплавки в них поднимаются потоком воздуха, показывая его расход.

Пробы отбирают в непосредственной близости к месту работы на высоте около 1,5 м над уровнем пола, что соответствует зоне дыхания человека.



При выполнении замеров аллонж с фильтром посредством гибкого шланга соединяют со штуцером ротаметра для пылевых проб. Затем аспиратор заземляют, прибор подключают к электросети, открывают вентиль ротаметра и проводят пробный пуск. После этого с помощью вентиляей устанавливают необходимый расход воздуха (в пределах 15...20 л/мин) и выключают аспиратор. Далее аллонж помещают в зону отбора пробы воздуха и вновь включают прибор, отметив по секундомеру время начала опыта. Когда отбор пробы заканчивается (в зависимости от степени запыленности через 5...30 мин), аспиратор выключают, фиксируя время. Фильтр повторно взвешивают и рассчитывают фактическую концентрацию пыли в воздухе, мг/м³. [2]

Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).

Список литературы

1. <https://lektsii.org/5-56645.html>

2. <https://studfiles.net/preview/6381613/page:40/>

ФУНКЦИИ БАКТЕРИЙ НИТРИФИКАТОРОВ И ДЕНИТРИФИКАТОРОВ В СРЕДЕ АКТИВНОГО ИЛА

К.В. Кухта

МБОУ «ЦО №1»,

В.А. Рерих, Е.М. Рылеева

Тульский государственный университет,

г. Тула

Для биологической очистки сточных вод от загрязняющих веществ применяют специальные микроорганизмы, которые в определенных условиях используют загрязняющие вещества в качестве своего питания. Множество микроорганизмов, находящихся в сточной жидкости, образуют сообщество активного ила [1].

В настоящее время примерно 70 % всех очистных сооружений для очистки бытовых сточных вод являются устаревшими и изношенными. Для достижения разрешенных норм ПДК сброса в водоемы в рыбохозяйственного назначения необходимо внедрять новые и усовершенствованные способы обработки бытовых стоков посредством технологии обработки активным илом.

Активный ил – это хлопья небольшого размера от 0,1-0,5 до 2-3 мм. В состав входят активные и отмирающие организмы, составляющие около 70 % биомассы и твердые частицы неорганической природы (примерно 30 %), полисахариды и продуцируемые бактерии.

Сообщества микроорганизмов, присутствующих в активном иле способны обеспечивать разложение углерода, фосфора и азота. Эти сообщества формируются естественным путем с помощью местной микробиоты, которая адаптирована к определенному спектру загрязнений сточных вод.

Одно из свойств активного ила - возможность образования хлопьев и седиментации, которые образуются в результате взаимодействия полисахаридов, белков, РНК и ДНК.

Из-за возможных отклонений от условий жизни бактерий, которые возникают вследствие малой концентрации растворенного кислорода, переизбытка углеводов в воде и недостаточного количества азота и фосфора, возможно развитие нитчатых бактерий. Данные микроорганизмы способны вызывать вспухание ила.

Еще одним свойством активного ила является его способность омолаживаться. Простейшие микроорганизмы, содержащиеся в активном иле, поедают старые, тем самым помогая поддерживать бактериальное равновесие и дополнительно омолаживая ил. Поглощая загрязнения, простейшие способны обеспечивать дополнительное осветление воды.

Существуют две категории микроорганизмов, способных развиваться в аэробных и анаэробных условиях: денитрификаторы и нитрификаторы.

Представителями бактерий денитрификаторов, участвующих в процессе денитрификации являются бактерии рода: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, и *Micrococcus*. Данные бактерии способны жить и развиваться только в анаэробных условиях. В качестве своего питания они используют углеводы, спирты и белки [2].

Нитрифицирующие бактерии составляют семейство *Nitrobacteriaceae* и имеют ряд общих свойств: все бактерии являются облигатными аэробами, не способны делиться и могут расти при pH 7,5-8,0 и оптимальной температуре 25-30 °C.

В первом этапе нитрификации задействованы бактерии пяти родов: *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosolobus*; Одним из наиболее изученных является род *Nitrosomonas* [2].

В связи с тем, что бактерии имеют малый энергетический выход реакции окисления аммиака и нитрита, для них характерен низкие скорости роста при недостаточном содержании растворенного кислорода в иловой смеси. Это является основной проблемой на стадии биологической очистки стоков.

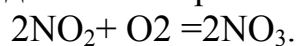
Микроорганизмы, которые могут окислять нитриты в нитраты и осуществляют вторую фазу нитрификации, относятся к родам *Nitrobacter*, *Nitrosococcus*, *Nitrospina*. Самый изученный род *Nitrobacter*. Они имеют грушевидную форму клетки, способны размножаться почкованием, дочерняя клетка имеет жгутик. Окисление азотистой кислоты в азотную протекает также с выделением энергии: $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_3 + 48 \text{ кал.}$

Помимо этого, активный ил принимает непосредственное участие в процессах нитрификации и денитрификации.

Нитрификация представляет собой сложный многоступенчатый процесс, протекающий в несколько этапов. На первой стадии происходит окисление солей аммония в нитриты:



На второй стадии нитрификации происходит окисление соли азотистой кислоты в соли азотной кислоты, которое начинается только после окончания первой стадии, так как большое содержание аммиака задерживает развитие возбудителей второй стадии:



Окисление аммония до нитрита протекает в несколько этапов, окисление нитрита до нитрата - одностадийная реакция.

Одновременно с процессом нитрификации протекает процесс денитрификации.

В ходе процесса денитрификации происходит освобождение воды от окисленных форм азота, а совместное протекание процессов нитрификации и денитрификации позволяет уменьшить содержание неорганического азота на 90 % и общего азота на 80–95 %.

Протекание процесса денитрификации сопровождается значительным выбросом хлопьев активного ила из-за образующегося газообразного азота в

иловой массе. При стандартной схеме очистки денитрификация протекает во вторичных отстойниках, при этом происходит значительный вынос хлопьев активного ила, что обусловлено газообразным азотом, который образовался в иловой массе на дне вторичных отстойников. Появившийся свободный азот разрывает и измельчает хлопья, что влечет за собой еще больший вынос взвешенных веществ [3].

Таким образом, процессы нитрификации и денитрификации позволяют достичь глубокого удаления азота, а сообщества активного ила, образующихся в ходе этих процессов, нашли широкое применение в аграрной и строительной промышленности.

Рассмотренные выше свойства бактерий находят частое применение в системах очистки, поэтому изучение их характеристик, оптимизация жизни и применение в очистных сооружениях является как никогда актуальным.

Список литературы

1. Голубовская Э.К. *Биологические основы очистки воды* / Э.К. Голубовская. - М.: Высшая школа, 1978. – 268 с.
2. Догель В.А. *Зоология беспозвоночных* / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 1981. – 592 с.
3. Роев Г.А. *Очистные сооружения. Охрана окружающей среды* / Г.А. Роев. – М.: Недра, 1993. – 297 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО УДАЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД МЯСОКОМБИНАТА

Е.В. Степанова, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

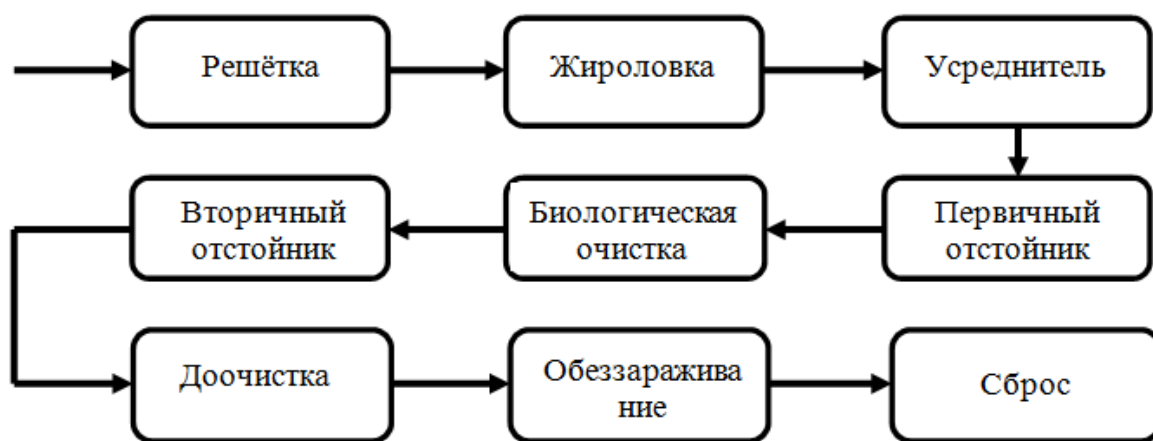
Предприятия мясной промышленности являются достаточно крупными потребителями воды, которая расходуется в качестве теплоносителя для нагревания и охлаждения продуктов и технологического оборудования, для транспортировки отходов и сырья, мойки, для приготовления различных растворов, используемых при выработке продукции и в других целях [1].

Сточные воды пищевых предприятий, в частности мясоперерабатывающих, кроме веществ животного происхождения (белок, жир и т.п.), содержат огромное количество химически синтезированных соединений - остатки пищевых добавок, стабилизаторов структуры и окраски (нитриты, фосфаты), а также моющие и дезинфицирующие вещества (кислоты, щелочи, хлорсодержащие препараты), используемые на производстве и поступающие в сточные воды вместе с промывными водами [2]. При недостаточно эффективной очистке сточные воды способствуют загрязнению окружающей среды. Вот почему создание технологических схем по удалению загрязняющих веществ из стоков мясоперерабатывающих производств является актуальной задачей.

Таблица 1
Состав сточных вод мясокомбината

Показатель	Единица измерения	Сточные воды до очистки	ПДК
Температура	°С	18-25	17-26
Взвешенные вещества	мг/л	2000	10
Жиры	мг/л	1000	-
Запах	балл	5	0-2
Цвет	-	Красновато-бурый	Бесцветный
рН	-	6,5-8,5	6-9
Жёсткость	мг-экв/л	10	-
ХПК	мгО ₂ /л	600	30
БПК полн	мг О ₂ /л	450	3
Фосфор	мг/л	60	0,15
Азот аммонийн. (NH ₄ ⁺)	мг/л	90	0,5
Азот нитрат. (NO ₃ ⁻)	мг/л	60	40

Сточная вода мясоперерабатывающего комбината характеризуется наличием высоких концентраций взвешенных веществ, жиров, ХПК и БПК (таблица 1). Разумеется, такая вода не может быть сброшена в водоёмы рыбохозяйственного назначения, так как нуждается в предварительной очистке. С этой целью разработана технологическая схема очистки (рисунок).



Технологическая схема очистки стоков

Первый этап очистки сточных вод от загрязнений – предварительная механическая очистка. Для этого предлагается установить механическую решётку.

В сточных водах мясокомбината высокая концентрация жиров. Как известно, жиры и масла не допускаются к спуску в водоём, так как они, покрывая тонкой плёнкой большие площади водной поверхности, затрудняют доступ кислорода воздуха и тем самым тормозят процессы самоочищения водоёма.

Поэтому сточные воды мясокомбината, содержащие жиры в количестве более 100 мг/л, пропускают через жироловушки [3]. Резкие колебания расхода и количества загрязнений сточных вод затрудняют их очистку, что увеличивает стоимость очистки воды. Для усреднения расхода и количества загрязнений сточных вод применяются контактные и проточные усреднители.

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Для этой цели в схеме спроектированы первичные и вторичные отстойники.

На стадии биологической очистки из сточных вод удаляются растворённые и коллоидные органические загрязнения, происходит сорбция многих бионеразлагаемых загрязнений техногенного происхождения. Наиболее сложным элементом биологической очистки является удаление из сточных вод соединений азота. Метод очистки и состав сооружений определяются, в основном, концентрацией и видом присутствующих в сточных водах соединений азота. С этой целью очищаем воду с помощью аэротенка и биореактора.

По санитарным правилам, все сточные воды должны подвергаться предварительному обеззараживанию перед их сливом в поверхностные воды.

Обеззараживание сточных вод необходимо проводить на последнем этапе, после её предварительной очистки, поскольку обеззараживающий эффект сильно зависит от качества поступающей воды.

Эффективность очистки сточных вод мясокомбината по приведённой схеме показал, что абсолютно по всем показателям была достигнута необходимая степень очистки сточных вод (таблица 2).

Таблица 2
Эффективность очистки сточных вод мясокомбината

Показатель	До очистки	Локальная механическая очистка			Локальная механическая и биологическая очистка			ПДК, мг/л
	До, мг/л	%	До, мг/л	После, мг/л	%	До, мг/л	После, мг/л	
Взвешенные вещества	2000	71	2000	585	98	585	8,8	10
Жиры	1000	100	1000	-	-	-	-	-
ХПК	600	10	600	540	95	540	27	30
БПК полн	450	10	450	405	95	405	20	3
Фосфор	60	-	60	60	95	60	3	0,15
Азот аммонийн. (NH ₄ ⁺)	90	-	90	90	94	90	5	0,5
Азот нитрат. (NO ₃ ⁻)	60	-	60	60	90	60	3	40

Проектирование локальных очистных сооружений мясокомбината – задача, которая решается индивидуально для каждого предприятия (мясоперерабатывающий, обвалочный, убойный цех и т.д.), с учетом его специфики и показателей качества образующихся сточных вод.

Наиболее эффективная очистка сточных вод комбината по переработке мяса достигается многоэтапными методами, включающими в себя локальную очистку сточных вод, механическую, биологическую, физико-химическую.

Список литературы

1. Малахова Н.Д. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий / Н.Д. Малахова // *Мясная индустрия*. - 2001. - № 5. - С. 49-51.
2. Канализация населённых мест и промышленных предприятий / Н.И. Лихачёв, И.И. Ларин, С.А. Хаскин [и др.]. - М.: Стройиздат, 1981.
3. Комаров В.И. Проблемы экологии в пищевой промышленности / В.И. Комаров, Т.А. Мануйлова // *Экология и промышленность России*. - 2002. - №11. - С.4-7.

ПРИРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕДИ (II)

К.А. Петрухин, учащийся МБОУ СОШ №1
Ю.А. Алимпиева, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Электрохимические производства и особенно процессы нанесения гальванических покрытий остаются наиболее проблематичными с точки зрения охраны окружающей среды. Серьёзную опасность для гидросферы представляют ионы тяжелых металлов, так как они обладают кумулятивными свойствами, могут передаваться по трофическим цепям и накапливаться в донных отложениях[1].

В настоящее время, для очистки используется реагентный метод, основанный на переводе ионов тяжелых металлов в малорастворимые соединения: гидроксиды, сульфиды и фосфаты. Этот метод получил самое широкое распространение в промышленности, так как он наиболее доступный и дешёвый. Основными его недостатками данного являются сравнительно низкий экономический эффект очистки от ионов тяжелых металлов (так, остаточная концентрация Cu_{2+} в очищенных стоках достигает 0,17 мг/л), большой расход реагентов и как следствие значительное увеличение общего содержания [2]. Всё это обуславливает необходимость разработки и реализации современных технологий очистки стоков от тяжелых металлов, позволяющих обеспечить высокую эффективность процессов очистки, а также возможность создания на их основе комплексных технологий с замкнутым циклом водопотребления.

Сорбционное извлечение металлов является одним из эффективных методов доочистки стоков гальванических производств. Эффективность

сорбционной очистки в зависимости от применяемого сорбента составляет 80 – 95 %. В качестве сорбентов используют активированный уголь, золу, шлаки, синтетические сорбенты, силикагели, гидраты оксидов металлов [3]. Для очистки от катионов металлов всё большее применение находят сорбенты естественного происхождения (меловые и глинистые породы, цеолиты, песок), которые обладают значительной поглотительной способностью без всякой дополнительной обработки, что является их преимуществом перед искусственными сорбентами [4].

В качестве сорбентов используют следующие природные материалы: мергель, опоку и торф. Мергель и опока относятся к цеолитсодержащему сырью. **Мергель** – осадочная горная породасмешанного глинисто-карбонатногосостава; содержит 30 – 90 % карбонатов (кальцит, реже доломит) и, соответственно, от 70 до 10 % глинистых частиц.

Опока - представляет собой кремнезём с мезопористой структурой (около 50 % от объема). Кроме SiO_2 (75–80%) и Al_2O_3 (18–23 %), в её состав входят оксиды кальция, железа, магния [5]. Цеолитсодержащие породы практически не содержат токсических примесей. Для сорбции применялся выщелоченный образец мергеля со средним содержанием карбоната кальция 39,65 %, опока – однородная светлая порода песочного цвета с содержанием кальция менее 2 %.

Торф – сложная полидисперсная многокомпонентная система, включающая органическую часть, влагу, минеральные примеси. Органическая масса содержит следующие компоненты: гуминовые кислоты (40-50 % по массе), битумы (1,12-17 %), водорастворимые и легкогидролизующие вещества (10-60 %), целлюлоза (2-10 %). Торф имеет высокую пористость – 96-97 % по объему [6].

Результаты экспериментального изучения сорбции ионов Cu_{2+} [1] из сточных вод объемом 100, 200 и 500 cm^3 исследуемыми природными сорбентами при различном массовом соотношении в зависимости от вида сорбента, соотношения раствор – сорбент и исходной концентрации приведены в таблице.

Таблица

Объем, cm^3	100			200			500		
	C, mg/dm^3	A, mg/g	R, %	C, mg/dm^3	A, mg/g	R, %	C, mg/dm^3	A, mg/g	R, %
1) $C_0=0,177 \text{ mg}/\text{dm}^3$									
Мергель	0,036	0,141	79,52	0,028	0,074	84,00	0,023	0,029	83,29
Опока	0,037	0,140	78,81	0,031	0,073	82,59	0,030	0,030	83,06
Торф	0,031	0,149	82,78	0,025	0,078	86,11	0,024	0,031	86,67
2) $C_0=0,460 \text{ mg}/\text{dm}^3$									
Мергель	0,052	0,408	88,69	0,029	0,216	93,68	0,019	0,088	95,94
Опока	0,043	0,417	90,69	0,020	0,220	95,67	0,021	0,088	95,40
Торф	0,050	0,410	89,06	0,026	0,217	94,34	0,024	0,087	94,87
3) $C_0=1,470 \text{ mg}/\text{dm}^3$									
Мергель	0,241	1,229	83,63	0,138	0,566	90,59	0,101	0,274	93,14
Опока	0,158	1,311	89,22	0,071	0,700	95,15	0,048	0,284	96,77
Торф	0,262	1,208	82,18	0,120	0,675	91,84	0,098	0,274	93,33

где

C_0 – исходная концентрация определяемого соединения в водном растворе, мг/дм³;

A – содержание определяемого вещества в фазе сорбента, мг/г;

C – концентрация в растворе после сорбции, мг/дм³;

R – значение степени извлечения, %.

Данные анализа [1] показывают, что использование выше представленных природных материалов в качестве сорбентов ионов меди позволяет значительно снижать их концентрацию в сточной воде. В области низких концентраций лучшим извлечением обладает торф, а в области более высоких концентраций (более 0,4 мг/дм³) – опока. Вероятно, это связано с тем, что удельная площадь поверхности у опоки выше, чем у торфа. Торф имеет сложный химический состав, но основными реакционными центрами, обуславливающими сорбционную способность данного вещества, являются гидроксильные и карбоксильные группы (сорбционные центры являются реакционно труднодоступными из-за сложного химического строения).

Использование природных материалов в качестве сорбирующего реагента в очистке сточных вод от ионов Cu_{2+} имеет следующие преимущества:

- упрощенные технологии очистки
- удешевление очистки, самыми дешевыми и доступными являются мергель и опока.

Сорбционный метод очистки сточных вод от ионов меди достаточно эффективен, прост в использовании и не требует больших дополнительных капитальных вложений в переоборудование очистных сооружений, поэтому он находит широкое применение на гальванических предприятиях путем использования природных сорбентов в качестве фильтрующей загрузки напорных и безнапорных фильтров в системах очистки сточных вод.

Список литературы

1. Дашибалова Л.Т., Батоева А.А. Доочистка сточных вод гальванических производств // *Гальванотехника и обработка поверхности*. - 2009. - Т. XVII. - №2. - С. 41–44.
2. Красногорская Н.Н., Пестриков С.В., Легуше Э.Ф., Сапожникова Е.Н. Анализ эффективности реагентных методов удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод // *Безопасность жизнедеятельности*. - 2004. - № 3. - С. 21–23.
3. Зубарева Г.И., Гуринович А.В., Дёгтев М.И. Способы очистки сточных вод от катионов тяжелых металлов // *Экология и промышленность России*. - 2008. - №1. - С. 18–20.
4. Щуклин П.В., Ромахина Е.Ю. Анализ основных направлений очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов // *Вестник ПГТУ. Урбанистика*. - 2011. - № 3. - С. 108–119.
5. Калюкова Е.Н., Бузаева М.В., Кахановская Ю.С., Пустынникова Е.А., Климов Е.С. Сорбционные свойства природных сорбентов опоки и магнезита по

отношению к сульфат-ионам // Башкирский химический журнал. - 2010. - Т. 17. - Вып. 2. - С. 126–128.

б. Варфоломеев А.А., Космачевская Н.П., Синегибская А.Д., Ершов А.А., Русина О.Б., Донская Т.А. Изучение сорбционных свойств верхового торфа Братского района по отношению к d-металлам // Системы. Методы. Технологии. - 2010. - №6. - С. 132–135.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

К.А. Царегородцева, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Необходимым условием при проектировании локальных очистных сооружений является защита окружающей среды – как водного, так и воздушного бассейнов – от загрязнений, которые образуются в процессе работы предприятий и поступают в водоёмы и атмосферу вместе со стоками.

В первую очередь от загрязнений сточных вод страдает флора и фауна водоёма, куда производится сброс сточных вод. А от загрязнений воздушного бассейна ухудшаются условия проживания населения в прилегающих населенных пунктах.

Неслучайно для защиты водоема от загрязнений определяются условия выпуска сточных вод. При этом качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций растворенных и взвешенных веществ.[1] Защита населённых пунктов от влияния очистных сооружений обеспечивается тем, что устанавливаются определенные размеры санитарно-защитной зоны и их необходимо соблюдать.

Очистные сооружения являются необходимым условием для запуска и стабильного функционирования любого производства. Перед началом строительства необходимо спроектировать их. При проектировании локальных очистных сооружений на любом производстве разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду. К числу таких решений относятся:

- применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки;
- использование в аэрационных сооружениях мелкопузырчатых пневмо-аэраторов, работающих в режиме «мягкой» аэрации, что сокращает количество аэрозольных выбросов;
- соблюдение санитарно-гигиенических и водоохраных требований [2].

Расчёт требуемой очистки сточных вод основан на условии, которое предполагает, что после сброса сточных вод в водоём концентрация веществ с установленными ПДК в расчётном створе не будет превышать их [3]. При этом

учитываются предельно допустимые концентрации, установленные для рыбохозяйственных водоёмов.

Оценка эффективности очистки сточных вод производится по изменению концентраций взвешенных веществ, допустимой величине биохимического потребления кислорода, синтетических поверхностно-активных веществ, а также других вредных веществ. Для сточных вод с приведёнными в таблице 1 концентрациями загрязнений на рисунке представлена схема очистных сооружений.

Таблица 1

Концентрация загрязнений в сточных водах

Параметры	Значение
БПК, мг/л	$L_{en} = 357 \text{ мг / л}$
СПАВ, мг/л	$СПАВ = 5,2 \text{ мг / л}$
NH_4 , мг/л	$\text{NH}_4 = 17,5 \text{ мг / л}$
Хлориды, мг/л	61,7 мг/л

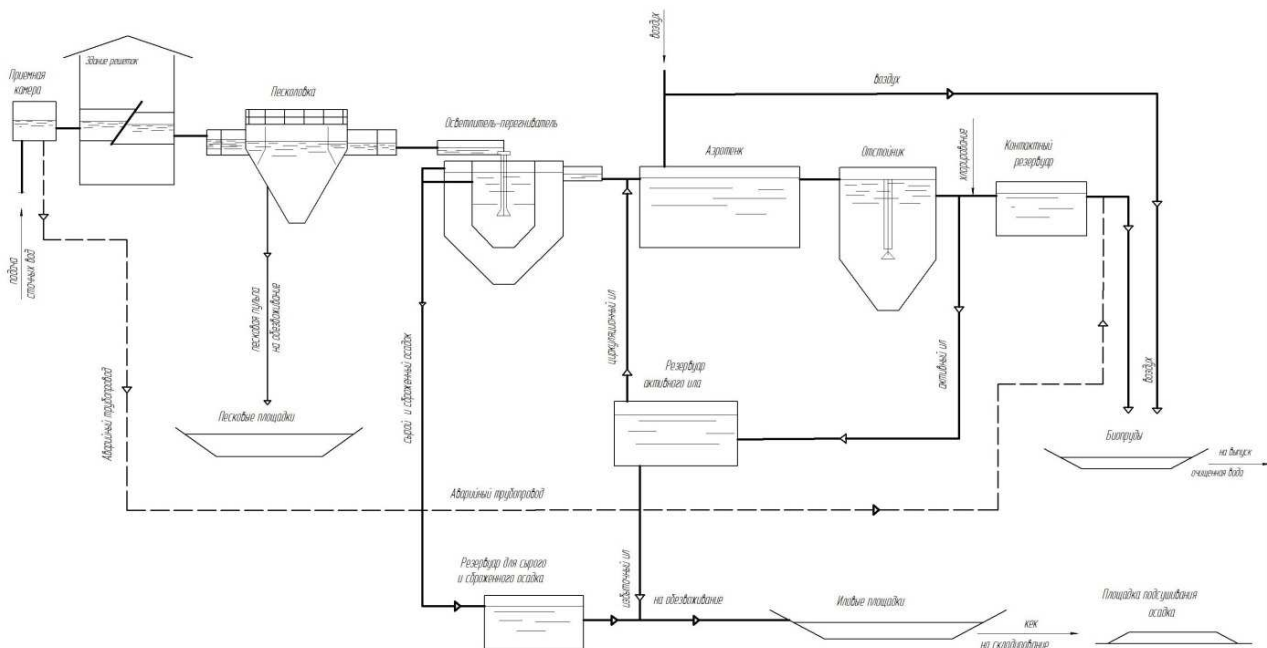


Схема очистки сточных вод

Как правило, очистку сточных вод следует ограничивать до степени, обеспечиваемой сооружениями полной биологической очистки (БПК_{полн} очищенной воды – 10-15 мг/л), даже если по расчету требуется только механическая или неполная биологическая очистка [4]. Очистные сооружения включают в себя решётки, песколовки, осветлитель-перегниватель, аэротенки-отстойники, резервуар активного ила, производится хлорирование сточных вод мобильной хлораторной установкой. Для осадка, полученного в результате процесса очистки, предусмотрены площадки для подсушивания. После прохождения очистки сточных вод по представленной выше схеме, концентрации веществ будут достигать значений, представленных в таблице 2.

Таблица 2

Значения показателей веществ в сточных водах до и после очистки

Показатель	Значения показателей, мг/л.						
	в сточной воде				в речной воде		
	исходной	степень удаления в процессе очистки, %	после очистки	допустимая концентрация в очищенном стоке	до выпуска сточных вод (Фон)	после выпуска сточных вод	ПДК
Взвешенные вещества	258	94	15	18,2	7,8	8,07	8,55
БПК ₂₀	357	96	15	14,2	2,4	2,89	3,0
Азот аммонийный	17,5	98	0,39	0,78	0,78	0,77	0,39
NO ₂ ⁻	–	–	–	–	0,09	0,087	0,08
NO ₃ ⁻	–	–	–	–	0,24	0,23	40
Фосфаты	–	–	–	–	0,04	0,039	0,50
Хлориды	61,7	–	61,7	300	–	–	300
СПАВ	5,2	80	10,3	11,4	–	0,40	0,5
Нефтепродукт	–	–	–	–	0,24	0,23	0,05

Из таблицы видно, что после такие показатели, как взвешенные вещества, биохимическое потребление кислорода, нитратный азот, фосфаты, СПАВ, хлориды, не превышают предельно допустимых значений концентраций для водоёмов II категории для рыбохозяйственного использования после выпуска сточных вод в водоём [3]. Превышают допустимые значения в речном створе вещества, находившиеся в водоеме в виде фона до выпуска сточных вод.

Таким образом, после выпуска сточных вод в расчетном створе не обеспечивается допустимая концентрация по содержанию аммонийного азота, нитритов и нефтепродуктов из-за высокого фонового содержания этих загрязнений в речной воде. Так содержание азота аммонийного в речной воде (выше выпуска) превышает ПДК в 2 раза, азота нитритов – в 4,5 раза, нефтепродуктов – в 4,8 раза. Следует отметить, что концентрация указанных компонентов в очищенном стоке не превышает их ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

Список литературы

1. Кривошеин Д.А. *Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие* / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М.: Высшая школа, 2003.
2. Перешивкин А.К. *Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.*
3. СНиП 2.04.03-85. *Канализация. Наружные сети и сооружения.*
4. Яковлев С.А., Воронов Ю.В. *Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2002. – 704 с.*

ЛОКАЛЬНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.А. Скопцова, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

На коксохимических предприятиях при проектных объемах производства образуется около 15 млн. м³ в год производственных (так называемых «фенольных») сточных вод. В результате выделяющаяся вода (физическая и пирогенетическая влага углей) загрязняется практически всеми химическими продуктами коксования: растворимыми и нерастворимыми ароматическими углеводородами (производными бензола, нафталина, антрацена); одно- и многоатомными фенолами, аммиаком и солями аммония; цианид-, роданид- и сульфид-ионами и др.[1]

Сточные воды коксохимического производства - одни из наиболее опасных (как источник загрязнения водоемов) и трудных с точки зрения их очистки среди промышленных сточных вод. Поэтому проблема очистки сточных вод коксохимического производства решается комплексом физико-химических, механических и биохимических способов (отстаивание, флотация, коагуляция), которые используются для очистки локальных стоков и общего фенольного стока на биохимических установках. Выбор способов и эффективность очистки во многом определяются тем, как используются очищенные сточные воды.[1]

За пример взято одно из крупнейших коксохимических предприятий ОАО «Алтай-кокс». Алтай-Кокс производит кокс и химическую продукцию, высокое качество которых обусловлено использованием современных технологий производства. Около 80 % продукции Алтай-Кокса поставляется на Новолипецкий металлургический комбинат. В 2013 году Алтай-Кокс и НЛМК сформировали единое технологическое пространство, что позволило получить самый качественный кокс в России, уйти от использования импортного угля и повысить эффективность доменного производства НЛМК.[2]

Объемы производства – 1,1 млн. тонн кокса. На тонну кокса приходится 1,5 м³ воды.[1] Тогда расход воды на коксохимическом заводе составит: 1650 тыс.м³/год; 4520,55 м³/сут; 188,36 м³/час. (188,36 м³/час = 52,32 л/с при 24-часовой работе предприятия в сутки). Состав сточных вод коксохимического предприятия представлен в таблице 1.

Таблица 1
Состав сточных вод коксохимического предприятия

Наименование показателя	Размерность	Значение показателя	ПДК
рН		7,6	6,5-8,5
Взвешенные вещества	мг/л	1066	0,25
Смолы и масла	мг/л	600	0,01
Фенолы	мг/л	290	0,001
Аммиак	мг/л	350	0,5
Роданиды	мг/л	100	0,1
БПК	мг/л	1330	2,1

Сточные воды содержат масла, взвешенные вещества и прочие примеси органического и неорганического происхождения. Большинство из этих примесей являются токсичными, что затрудняет последующее использование сточных вод в оборотном цикле. Наиболее вредными примесями являются фенолы. Поэтому все воды коксохимического завода получили наименование «фенольные».

Для очистки стоков предлагается следующая схема очистки (рисунок):

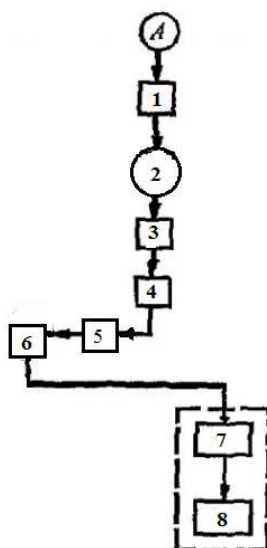


Схема локальных очистных сооружений для коксохимического предприятия
 А – сточная вода от аммиачного цеха; 1 – экстракция; 2 – усреднитель; 3 – флотационная машина; 4 – отстойник; 5 – кварцевый фильтр; 6 – фильтр угольный сорбционный;
 7 – городские очистные сооружения; 8 – водоем

Сточные воды от аммиачного цеха поступают на установку реагентной экстракции, для удаления фенолов. В качестве реагента применяем бензол (коэф. распределения = 12,5). Ступенчато-противоточная экстракция может быть непрерывной или периодической (при малых расходах сточных вод). При непрерывно-противоточной экстракции вод и экстрагент движутся навстречу друг другу в одном аппарате, обеспечивающем диспергирование экстрагента в воде; при этом примеси сточной воды непрерывно переходят в экстрагент.

Далее сток идет на усреднитель для выравнивания колебаний количеств загрязняющих сточных вод перед поступлением их на флотационную машину.

После сток идет на флотационные машины, такой метод очистки от масел сточных вод обладает существенными технологическими достоинствами (простотой аппаратного оформления, высокой производительностью, отсутствием стадии регенерации) и возможностью довольно глубокой очистки сточных вод от диспергированных примесей - в пределе до полного удаления всех частиц).

Повысить глубину обезмасливания сточных вод при флотации возможно только за счет коагуляции частиц коллоидной дисперсности. Это достигается при использовании реагентной флотации, в частности, при добавке в сточную воду неорганического электролита. Наиболее распространено использование

сернокислого закисного железа (железного купороса $FeSO_4 \cdot xH_2O$), оптимальная доза которого от 50 до 70 мг/л в расчете на $FeSO_4$.

После флотационных машин сточные воды идут на вертикальный отстойник, чтобы удалить из сточных вод взвешенные вещества, смолу и часть масел, которые в зависимости от их плотности оседают или всплывают, а так же для уменьшения величины БПК в осветленной сточной воде на 20-40 %.

Далее сточные воды поступают в фильтр с кварцевым песком, для очистки сточных вод от аммиака, также для взвешенных веществ, смолистых веществ и величины БПК. В процессе фильтрации происходит удаление загрязняющих веществ почти до требований ПДК. После фильтрации вода собирается в резервуар осветленной воды. Далее очищенная вода, под напором, поступает на ступень блока доочистки, угольные фильтры. В угольных фильтрах, благодаря высокой адсорбционной способности активированного угля происходит поглощение растворенных газов и органических соединений, содержащихся в очищенной воде, после угольных фильтров сточные воды достаточно очищены и могут сбрасываться в городские очистные сооружения или водоемы.

В таблице 2 приведена оценка эффективности установленной очистки сточных вод коксохимического предприятия.

Таблица 2
Оценка эффективности очистки сточных вод

Оборудование		Взвеш. вещества	Смолы и масла	Фенолы	Аммиак	Роданиды	Цианиды	БПК
Экстракция	Степень очистки			98 %				
	До очистки	-	-	290 мг/л	-	-	-	-
	После очистки			5,8 мг/л				
Усреднитель	Степень очистки							
	До очистки	-	-	-	-	-	-	-
	После очистки							
Флотационная камера 1	Степень очистки	90 %	95 %	99 %		97,3 %	99 %	40 %
	До очистки	1066	600	5,9	-	100	40	1330
	После очистки	106,6	30	0,058		2,7	0,4	798
Флотационная камера 2	Степень очистки	90 %	95 %	99 %		97,3 %	99 %	40 %
	До очистки	106,6	30	0,058	-	2,7	0,4	798
	После очистки	10,66	1,5	0,00058		0,0729	0,004	478,8

Продолжение таблицы								
Отстойник	Степень очистки	40 %	40 %	-	-	-	-	40 %
	До очистки	10,66	1,5					478,8
	После очистки	6,396	0,96					287,28
Кварцевый фильтр	Степень очистки	90 %	90 %	-	95 %	-	-	80 %
	До очистки	6,396	0,96		350			287,28
	После очистки	0,6396	0,096		17,5			57,456
Угольный фильтр	Степень очистки	95 %	95 %		99 %			95 %
	До очистки	0,6396	0,096		17,5			57,456
	После очистки	0,032	0,0048		0,175			1,87
ПДК водоема рыб. хоз. назн		0,25	0,01	0,001	0,5	0,1	0,02	2,1
Вывод		Соотв. ПДК	Соотв. ПДК	Соотв. ПДК	Соотв. ПДК	Соотв. ПДК	Соотв. ПДК	Соотв. ПДК

Таким образом, высокой эффективности очистки фенольных вод от смол и масел можно добиться с использованием реагентной экстракции и флотации.

При применении данной схемы очистки производится полное снижение содержания загрязняющих веществ до допустимых норм.

Сточные воды коксохимического предприятия очищены до такой степени, что соответствует предельно допустимым концентрациям вредных веществ водных объектов рыбохозяйственного значения.

Список литературы

1. Кагасов В.М., Дербышева Е.К. *Очистка сточных вод коксохимических предприятий*, 2003 г.
2. <https://altai.nlmk.com/ru/>
3. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ю.М. Ласков, Воронов Ю.В. *«Водоотводящие системы промышленных предприятий»*, 1990 г.
4. *СниП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения*. М.: ЦИТП, 1986. - 72 с.
5. Ласков Ю.М. *примеры расчетов канализационных сооружений, Учебное пособие для вузов*, 1987 г.
6. Рехтин А.Ф. *Очистка сточных вод города, учебно-методическое пособие*. - Томск, 2010 г.
7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. *Канализация, учебник для вузов, изд. 5*, 1975 г.
8. Аксенов В.И., Ладыгичев М.Г., Ничкова И.И., Никулин В.А., Кляин С.Э., Аксенов Е.В. *Водное хозяйство промышленных предприятий, справочное*

издание, в двух книгах, 2005 г.

9. «О некоторых вопросах поддержания качества воды и её самоочищения. Водные ресурсы». - 2005. - Т. 32. - № 3. - С. 337-347.

10. Антипова В.В. Очистка фенольных сточных вод коксохимического производства за рубежом // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». - М., 1979 г.

11. Григорук Н.О., Пушкарев Г.П. Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод коксохимических предприятий. - М.: Металлургия, 1987.

РАЗРАБОТКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА

Л.О. Цвеленьева, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

Гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, главным образом поверхностных и подземных водоемов, ввиду образования большого объема сточных вод, содержащих вредные примеси тяжелых металлов, неорганических кислот и щелочей, ПАВ и других высокотоксичных соединений. А так же большого количества твердых отходов, особенно от реагентного способа обезвреживания сточных вод, содержащих тяжелые металлы в малорастворимой форме.

Соединения металлов, выносимые сточными водами гальванического производства, весьма вредно влияют на экосистему водоем – почва – растение – животный мир – человек.

Характеристика гальванического производства

В технологических циклах большинства машиностроительных, металлообрабатывающих, приборостроительных, ремонтных и других предприятий широко применяют гальванические покрытия – электроосаждаемые металлические покрытия, наносимые на поверхность металлических изделий, а также полуфабрикатов-листов, труб, проволоки и т.п. Гальванические покрытия применяются для повышения коррозионной стойкости, износоустойчивости и улучшения декоративного вида изделий. Гальванические покрытия наносят водными растворами или растворами расплавленных солей с помощью электрического тока. При этом неизбежно образуются токсичные сточные воды, которые нельзя сбрасывать без очистки в водоемы и канализацию, а очистка их обычными механическими и биохимическими методами невозможна.

Характеристика стоков гальванического производства

Сточные воды гальванических производств подразделяются на следующие основные категории:

I - чистые, от охлаждения технологического оборудования;

II - загрязненные механическими примесями и маслами (10-15 %);

III - загрязненные кислотами, щелочами, солями, соединениями хрома, цинка, меди, никеля, циана и другими химическими веществами (50-80 %);

IV - отработанные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) или эмульсии (1-2 %);

V - загрязненные пылью вентиляционных систем и горелой землей литейных цехов (10-20 %);

VI - поверхностные (дождевые, талые, поливочно-моечные).

Сточные воды III категории образуются в процессе химической и электрохимической обработки изделий. Они содержат тяжелые металлы преимущественно в виде химических соединений, как правило, растворимых.

По объему, составу загрязнений третья категория сточных вод является преобладающей.

Сточные воды, образующиеся в гальванических отделениях промышленных предприятий, подразделяются на отработанные и промывные. Отработанные сточные воды образуются периодически, при смене отработанных технологических растворов на свежие, а также при промывке заготовок. Характерной чертой всех сточных вод гальванических отделений является низкая концентрация кислот и высокая концентрация ионов металлов.

Сточные воды, поступающие из гальванических отделений, по химическому составу подразделяются на три основных потока:

- хромосодержащие;
- циансодержащие;
- кислотнo-щелочные.

Хромосодержащие стоки образуются после электрохимического хромирования, травления в растворах, содержащих хромовую кислоту, а также хромистой пассивации и прочих процессов, в которых применяют соединения хрома.

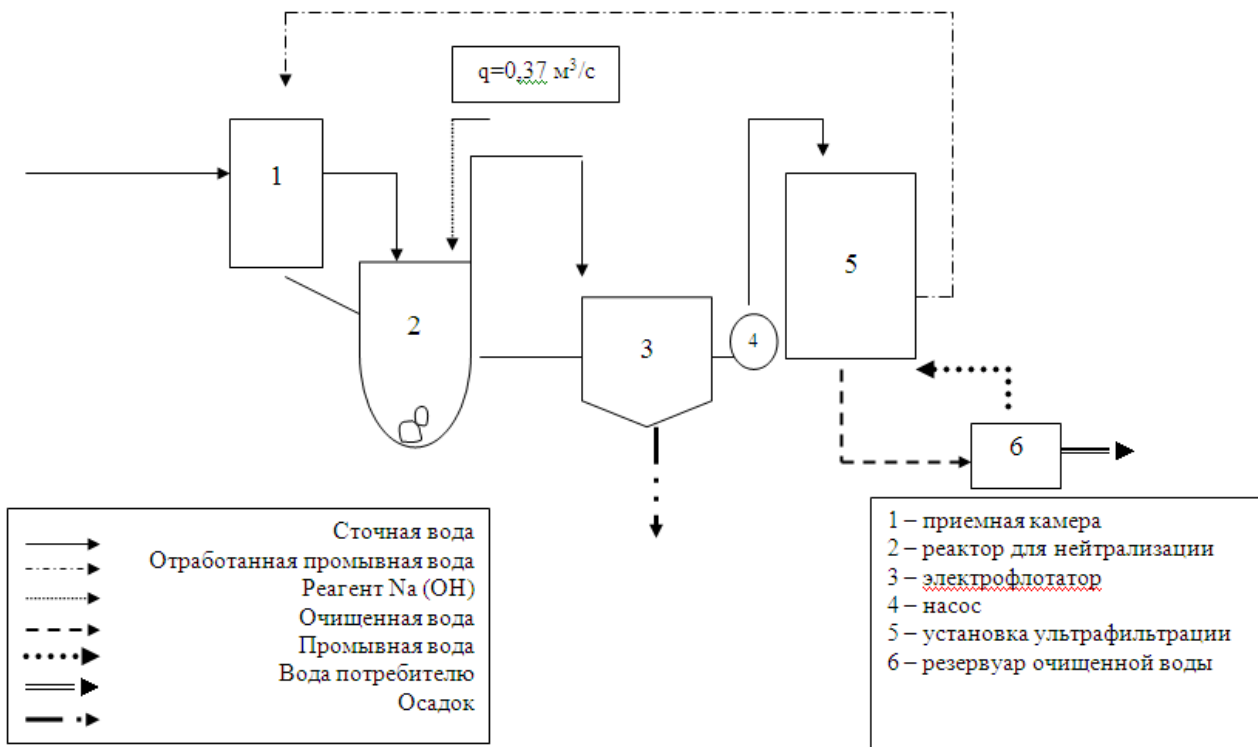
Циансодержащие стоки образуются в процессе покрытий в циансодержащих электролитах и характеризуются преимущественным наличием циангруппы, а также цинка, меди и кадмия.

Кислотно-щелочные стоки образуются в результате процессов травления, активации, обезжиривания, фосфатирования и нанесения гальванических покрытий (за исключением хромирования и покрытий в цианидных электролитах).

Таблица 1
Состав сточных вод цехов гальванопокрытий

Наименование показателя	Концентрация
pH	3,5
Серная кислота, г/л	0,5
Нефтепродукты, г/л	0,0008
Хром шестивалентный, г/л	0,06
Никель, г/л	0,025
Цинк, г/л	0,015
Кадмий, г/л	0,01

Технологическая схема очистки сточных вод приведена на рисунке.



Технологическая схема очистки сточных вод

Описание технологической схемы.

В приемный резервуар поступают кислые и щелочные промывные сточные воды ($Q = 60 \text{ м}^3/\text{сут}$).

Стоки находятся в приемной камере в течение 4 часов, после чего поток сточных вод поступает в реактор для нейтрализации, где смешивается с реагентом (Na(OH)) в течение 20 минут. Далее поток сточных вод, смешанных с реагентом, поступает в электрофлотатор.

После очистки в электрофлотаторе, сточные воды поступают на очистку в установку ультраfiltrации. После этого очищенная вода собирается в резервуаре очищенной воды, а затем частично направляется на промывку фильтра и частично идет потребителю.

Таблица 2

Результаты очистки сточных вод гальванического производства

Металл	Концентрация мг/л			
	Сточные воды	После электрофлотатора	После УФ	ПДК
Никель, Ni ²⁺	25	0,2-0,7	0,04–0,07	0,04
Цинк, Zn ²⁺	150	0,3-0,7	0,03–0,07	0,05
Хром, Cr ⁶⁺	60	0,5-1,2	0,1	0,6
Свинец, Pb	10	1-2	0,01-0,05	0,06
Масло минеральное	0,08	0,5	<0,05	0,05

Запроектированные очистные сооружения отвечают современным требованиям. Применяя разработанную систему очистки можно добиться снижения концентраций загрязняющих веществ до нормативных значений.

Список литературы

1. Жуков А.Н., Карелин Я.А., Колобанов С.К., Яковлев С.В. *Канализация: Учеб. для вузов. – Изд-е 4-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1969. - 596 с.*
2. Кедров В.С., Пальгунов П.П., Сомов М.А. *Водоснабжение и канализация. Учеб. для вузов. - М.: Стройиздат, 1984. - 288с.*
3. Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Латин В.Л. *Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2003. – 344 с.*
4. СНиП 2.04.03 85. *Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: ЦИТП, 1986. - 72 с.*
5. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. *Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов. - М.: АСВ, 2004. – 704 с.*
6. Яковлев С.В. *Канализация: учебник для техникумов / С.В. Яковлев, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 1987. – 319 с.*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАЗРУШЕНИЯ И ОЧИСТКИ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

О.А. Бабичева

Тульский государственный университет,
г. Тула

Одной из главных проблем является утилизация отходов коллоидных систем.

Проблема является актуальной, так как негативно воздействует на водную среду, длительно проявляются неприятные запахи, нарушается баланс веществ в окружающей среде. Это происходит вследствие взаимодействия дисперсной системы с развитым электрическим полем. Процесс окисления затруднен.

Для решения проблемы необходимо произвести анализ и понять причину устойчивости систем, выявить при каких условиях и каким образом можно вывести коллоидную систему из устойчивости, то есть разрушить электрическое поле, а также произвести анализ методов очистки коллоидных систем.

Коллоидная система – иначе дисперсная система – это система, в которой дискретные частицы, капли или пузырьки дисперсной фазы, имеющие размер хотя бы в одном из измерений от 1 до 1000 нм, распределены в другой фазе, обычно непрерывной, отличающейся от первой по составу или агрегатному состоянию и именуемой дисперсной средой. [1]

Различают: лиофильные коллоиды – более стойкие, так как имеют сильное взаимодействие коллоидных частиц с дисперсной средой и лиофобные – частицы системы не обнаруживают сильного взаимодействия с растворителем, они легко

разрушаются, малоустойчивы. Кроме лиофобных коллоидных растворов к ним относят растворы высокомолекулярных веществ (ВМВ) и растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ), так как их объединяет общность многих физико-химических свойств. [2]

Несмотря на то, что практически все лиофобные дисперсные системы обладают избыточной свободной энергией и являются термодинамически неравновесными и неустойчивыми, многие из них существуют весьма длительное время. Это подтверждает их агрегативную, кинетическую и фазовую устойчивости, которые обусловлены самыми разнообразными факторами.

Нарушение факторов устойчивости приводит к разрушению (чаще всего к коагуляции) дисперсных систем. Коагуляция нарушает агрегативную устойчивость коллоидного раствора, крупные агрегаты частиц легко седиментируют под действием гравитационных сил. [3]

Причиной коагуляции могут быть самые разнообразные факторы: изменение температуры и концентрации коллоидного раствора, его старение, механические воздействия, введение в раствор золь с противоположным знаком заряда, добавление электролитов. Наибольшее практическое значение имеет последний фактор.

Многие методы разрушения дисперсных систем под действием физико-химических факторов, а также методы очистки коллоидных растворов от примесей низкомолекулярных веществ, имеют большое практическое значение.

Рассмотрим методы разрушения коллоидных систем и сущность данных методов. [2]

Методы разрушения коллоидных систем

Физико-химический фактор	Метод разрушения	Сущность метода
Смешивание двух дисперсных систем	Взаимная коагуляция	Электростатическое притяжение разноименно заряженных частиц или перераспределение стабилизатора при столкновении частиц
Введение твердой поверхности	Гетерокоагуляция	Осаждение частиц на макроповерхности
	Гетероадагуляция	Прилипание частиц к макроповерхности
Введение флокулянта	Флокуляция	Смешивание частиц молекулами флокулянта (ВМВ) с образованием хлопьев
Воздействие химических реагентов	Коагуляция	Химическое разрушение или десорбция стабилизатора
Гравитационное поле. Размер пор фильтра, мембраны	Седиментация	Осаждение частиц под действием сил тяжести
	Фильтрование	Осаждение частиц на фильтре, мембране, пористом абсорбенте

Продолжение таблицы		
Электрическое поле	Электрокоагуляция	Снижение заряда частиц, вызывающее их слипание
	Электрофоретическое осаждение	Перемещение частиц к электроду, снижение заряда, прилипание частиц к электроду
Центробежное поле	Центрифугирование	Осаждение частиц под действием центробежных сил
		Разделение фаз, выделение частиц дисперсной фазы
Изменение температуры	Термокоагуляция	Изменение растворимости дисперсной фазы или испарение дисперсной среды
	Термоосаждение	

Очистку коллоидных систем можно проводить либо методом диализа, либо ультрафильтрацией.

Диализ заключается в извлечении из зольных низкомолекулярных веществ чистым растворителем с помощью полупроницаемой перегородки (мембраны), через которую не проходят коллоидные частицы. Периодически или непрерывно сменяя растворитель в приборе для диализа – диализаторе, можно практически полностью удалить из коллоидного раствора примеси электролитов и низкомолекулярных не электролитов. [2]

Недостатком метода является большая длительность процесса очистки (недели, месяцы).

Электродиализ – это процесс диализа, ускоренный путем применения электрического тока. Прибор для его осуществления называют электродиализатором. Простейший электродиализатор представляет собой сосуд, разделенный двумя мембранами на три камеры. В среднюю камеру наливают подлежащий очистке коллоидный раствор. В боковые камеры помещают электроды от источника постоянного тока и обеспечивают подвод и отвод растворителя (воды). Под действием электрического поля происходит перенос катионов из средней камеры в катодную камеру, анионов – в анодную. Раствор в средней камере может быть в течение короткого времени (минуты, часы) очищен от растворенных солей. [2]

Компенсационный диализ и вивидиализ – методы, разработанные для исследования биологических жидкостей, представляющих собой коллоидные системы. Принцип метода компенсационного диализа состоит в том, что в диализаторе вместо чистого растворителя используют растворы определяемых низкомолекулярных веществ различной концентрации. [2] Например, для определения не связанного с белками, т. е. свободного, сахара в сыворотке крови проводят ее диализ против изотонического солевого раствора, содержащего различные концентрации сахара.

К этому методу близок метод вивидиализа (вивидиффузии) для прижизненного определения в крови низкомолекулярных составных частей. Для проведения анализа в концы перерезанного кровеносного сосуда вставляют стеклянные канюли, разветвленные части которых соединены между собой

трубками из полупроницаемого материала, и всю систему помещают в сосуд, заполняемый физиологическим раствором соли или водой. Таким путем было найдено, что в крови помимо свободной глюкозы находятся свободные аминокислоты.

Принцип компенсационного вивидиализа был использован при создании аппарата, названного «искусственной почкой». С помощью «искусственной почки» можно очищать кровь от продуктов обмена веществ, временно замещая функцию больной почки при таких показаниях, как острая почечная недостаточность в результате отравлений, при тяжелых ожогах и т.п.

Ультрафильтрация – фильтрование коллоидного раствора через полупроницаемую мембрану, пропускающую дисперсионную среду с низкомолекулярными примесями и задерживающую частицы дисперсной фазы или макромолекулы. Для ускорения процесса ультрафильтрации ее проводят при перепаде давления по обе стороны мембраны: под разрежением (вакуумом) или под повышенным давлением. Вакуум создают откачиванием воздуха из расположенного под фильтром сосуда, повышенное давление – нагнетанием воздуха в сосуд, расположенный над фильтром. Для предотвращения разрыва мембраны ее помещают на твердую пористую пластинку. Ультрафильтрация позволяет отделить от коллоидного раствора электролиты и другие примеси (низкомолекулярные органические соединения) скорее, чем это происходит при диализе. При ультрафильтрации достигают высокой степени очистки золь, периодически разбавляя последний водой. На конечной стадии путем отсасывания дисперсионной среды можно сконцентрировать коллоидный раствор. Ультрафильтрация может применяться в сочетании с электродиализом (электроультрафильтрация), благодаря чему значительно ускоряется удаление солей из коллоидного раствора. [2]

Поскольку поры обычной фильтровальной бумаги легко пропускают коллоидные частицы, при ультрафильтрации в качестве мембраны применяют специальные фильтры (целлофан, пергамент, асбест, керамические фильтры и т.п.). Применение мембраны с определенным размером пор позволяет разделить коллоидные частицы на фракции по размерам и ориентировочно определить эти размеры. Все это говорит о том, что ультрафильтрация является не только методом очистки коллоидных растворов, но может быть использована для целей дисперсионного анализа и препаративного разделения дисперсных систем.

Список литературы

1. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. *Физическая и коллоидная химия.* – М.: Высшая школа, 1990. – 488 с.
2. Попов В.Г., Диньмухаметова Л.С., Тягунова В.Г., Пояркова Е.В. *Разрушение высокодисперсных коллоидных систем на основе синтетических СОЖ и шламовых гидроокисных осадков методами температурного воздействия // Фундаментальные исследования.* – 2015. – № 2-24. – С. 5357-5361.
3. Фролов Ю.Г. *Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы.* – М.: Химия, 1982. – 400 с.
4. Фридрихсберг Д. А. *Курс коллоидной химии.* - Л.: Химия, 1984. – 368 с.

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ВОВЛЕЧЕНИЕ В ПЕРЕРАБОТКУ АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ С ДОИЗВЛЕЧЕНИЕМ ИЗ НИХ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

И.И. Шепелев¹, Р.Я. Дашкевич², А.Ю. Сахачев³,
Н.В. Головных⁴, А.В. Александров³

¹ Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск

² Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

³ АО «РУСАЛ Ачинск», г. Ачинск

⁴ Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск

Проведены исследования по вводу в сырьевую шихту глиноземного производства алюминийсодержащих отходов ОАО «Красцветмет». Предварительно в лабораторных условиях была проверена возможность его растворения в содо-щелочных растворах. Опытно-промышленные испытания показали, что ввод алюминий содержащего отхода «Красцветмет» в сырьевую шихту технически достаточно легко осуществим путем его дозирования в мельницу размола гидратных корок, расположенную в цехе гидрохимии, при этом из данного отхода легко извлекаются ценные компоненты.

Ключевые слова: известняково-нефелиновая шихта, алюминийсодержащие отходы, глинозем, дробление спека, технологические исследования, глинозем

Производство практически всех цветных металлов сопряжено с образованием большого количества отходов различной степени токсичности, которые становятся проблемой для территорий, где эти предприятия расположены. Целесообразность переработки тех или иных отходов должна определяться из реальных условий и возможности гармонично вписываться в существующие на предприятии технологии, не ухудшив экологическую обстановку на нем и обеспечить требуемое потребителем качество товарной продукции. На основании вышеизложенного можно считать, что АО «РУСАЛ-Ачинск», имея в своей основе комплексную технологию переработки нефелиновой руды обладает существенным резервом вовлечения в технологический цикл техногенных отходов различных отраслей металлургии, имеющих химический и фазовый состав, позволяющий вводить их в процесс без ухудшения технологических показателей [1].

На АО «РУСАЛ-Ачинск» в разные годы были использованы в технологии получения глинозема несколько видов техногенных отходов: отходы шамотного кирпича, шлаки ферротитанового производства, зола ТЭЦ и алюминийсодержащие отходы завода ОАО «Красцветмет» [2,3]. При вводе добавок основным критерием возможности переработки их на Ачинском глиноземном комбинате является повышенное содержание в них глинозема (более 26,5 %) и содержанием оксидов железа менее 5 %. Кроме того, требуется оценка количества примесей, которые могут попасть в содопродукты.

Целью настоящей работы являлось проведение исследований по вовлечению алюминийсодержащих отходов ОАО «Красцветмет» в технологических процесс получения глинозема. При оценке возможности использования отходов ОАО «Красцветмет» в качестве добавки в технологию получения глинозема, считалось необходимым изучить свойства этого отхода, которого при переработке отработанных катализаторов образуется около 600т/год с содержанием глинозема более 40 %. Данный отход представляет собой пастообразный материал светло-серого цвета с желтоватым или зеленоватым оттенком, он не токсичен, не летуч, не образует пыли, устойчив к воздействию окружающей среды пожаровзрывобезопасен. Химический состав концентрата представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав алюминийсодержащего отхода ОАО «Красцветмет»

Наименование материала	Содержание компонентов, %					
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Прочие
Алюминийсодержащий отход ОАО «Красцветмет»	40,0	26,2	1,6	0,11	0,13	31,89

Данные, приведенные в табл.1, показывают, что основными компонентами отхода являются оксид и гидроксид алюминия, кроме того в значительных количествах представлены соединения щелочных металлов (Na, K), связанные, в большей степени с хлоридами и в небольших количествах присутствуют SiO₂, Fe₂O₃ и другие соединения. Вовлекаемый в технологию отход имел влажность около от 50 % до 70 %. Такая величина влажности создавала проблемы транспортировки и подачи его в процесс, особенно в зимнее время. По фазовому составу отход в основном представлял собой гидроксид алюминия в аморфной форме и в небольших количествах в нем присутствовал αAl₂O₃. Известно, что аморфной гидроксид и оксид алюминия отличаются повышенной реакционной способностью при взаимодействии в щелочных и кислых средах. Для подтверждения этого, предварительно были проведены исследования по растворимости алюминийсодержащего отхода ОАО «Красцветмет» в обратном содо-щелочном растворе, отобранном в технологическом цикле глиноземного цеха АО «РУСАЛ Ачинск». Исходные заводские обратные содо-щелочные и отфильтрованные растворы с добавкой алюминийсодержащего отхода анализировали в ЦИЛ АО «РУСАЛ Ачинск». Результаты анализа приведены в табл.2.

Проведенные исследования показали, что алюминийсодержащий отход производства ОАО «Красцветмет» достаточно хорошо растворим в каустических, содо-щелочных обратных растворах цеха гидрохимии АО «РУСАЛ Ачинск». Учитывая, что основной компонент данного отхода представлен аморфным гидроксидом алюминия необходимо было оценить возможность его введения на различных стадиях технологического цикла ОАО «РУСАЛ Ачинск».

Таблица 2

Результаты анализа растворимости алюминийсодержащего отхода в оборотном растворе АО «РУСАЛ Ачинск»

Наименование анализируемого раствора	Содержание компонентов, г/дм ³			
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O _{общ}	Na ₂ O _{ку}	SiO ₂
Оборотный раствор глиноземного цеха	36,7	58,9	37,2	0,169
Оборотный раствор с растворенным отходом	155	40,3	36,4	0,010

Одним из вариантов подачи алюминийсодержащего отхода могла быть подача его в печи кальцинации совместно с товарным гидроксидом алюминия, получаемым в глиноземном цехе АО «РУСАЛ Ачинск». Но учитывая, что данный отход содержит в своем составе нежелательные примеси химических соединений (Si, Pb, S, Cl), выше установленных требований к качеству товарного продукта на переделе кальцинации, ввод его по данному способу в печи возможен только после дополнительной очистки. Кроме того, по гранулометрическому составу прокаленный из этого отхода глинозем представлен частицами размером менее 8-10 мкм и не соответствовал требованиям потребителей. Вследствие указанных причин этот вариант подачи был исключен.

Следующим вариантом является вариант смешения отхода со спеком, направляемым в отделение дробление спека с последующим его выщелачиванием в трубчатых аппаратах проточного выщелачивания или мельницах агитационного выщелачивания. Но учитывая, повышенную влажность данного отхода, при его смешении со спеком, имеющим температуру 100-150 °С, могут быть нежелательные явления, связанные с образованием прочных корок на поверхности спека, что может привести к нарушениям технологии выщелачивания. Поэтому, этот вариант практически не был реализован в промышленном масштабе.

Наиболее реальным с точки зрения внедрения вариантом подачи алюминийсодержащего отхода ОАО «Красцветмет» в технологию АО «РУСАЛ Ачинск» можно считать вовлечение его в сырьевую шихту. Опытно-промышленные испытания по вводу данного отхода в сырьевую шихту через мельницу размола гидратных корок показали, что содержание глинозема в спеке на 0,12 % выше, чем в период без его ввода. Такое повышение содержание глинозема в спеке приведет к соответствующему увеличению выпуска глинозема и составит, с учетом величины товарного выпуска, более 180 т/год.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, о целесообразности подачи глиноземсодержащего отхода ОАО «Красцветмет» в технологический процесс получения глинозема и содопродуктов на АО «РУСАЛ Ачинск». Учитывая влажное состояние отхода, ввод его в мельницу размола гидратных корок можно осуществлять только при положительных температурах наружного воздуха или необходимо организовать размораживание поставляемых партий в цехе гидрохимии.

Вместе с тем, необходимо учесть, что успешная реализация этого проекта может быть только при взаимной заинтересованности собственника отхода и АО «РУСАЛ Ачинск», так как выставление обоюдных финансовых требований может исключить его вторичную переработку, а вовлечение отхода непрерывно в течение всего года может быть только после организации его предварительной сушки. Учитывая, что завод ОАО «Красцветмет» территориально расположен в центре г. Красноярска и имеет полигон для промышленных отходов, данная технология по утилизации накопленных отходов завода перспективна и позволит не только доизвлекать из них ценные компоненты, но и снизить антропогенную нагрузку на окружающую природную среду.

Список литературы

1. Арлюк Б.И. Комплексная переработка щелочного алюминий-содержащего сырья / Б.И. Арлюк, Ю.А. Лайнер – М.: Металлургия, 1994. – 384 с.
2. Шепелев И.И. Исследование измельчаемости нефелиновой руды и шлака ферротитанового производства для переработки их по спекательной технологии / И.И.Шепелев, Н.К.Алгебраистова, А.Ю.Сахачев и др. // Вестник ИрГТУ, 2017. - №11. - С.167-178.
3. Дашкевич Р.Я. Вовлечение в переработку некондиционного нефелинового сырья с применением глиноземсодержащих добавок / Р.Я. Дашкевич, И.И. Шепелев, Н.В. Головных и [др.] // Сб.докл. II Международного конгресса «Цветные металлы Сибири – 2011». - Красноярск, 7-9 сентября 2011 г. – С. 88-90.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ И ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАЙОНЕ ШЛАМОХРАНИЛИЩА АО «РУСАЛ АЧИНСК»

И.И. Шепелев¹, А.М. Немеров², Р.В. Кочетков³,
Е.Н. Еськова¹, А.Ф. Шиманский³

¹ Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск

² АО «РУСАЛ Ачинск», г. Ачинск

³ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Выполнено обследование и выявление деградированных и загрязненных земель с установлением степени их загрязнения и определением концентрации загрязняющих веществ в почвенном покрове в районе, прилегающем к шламохранилищу АО «РУСАЛ Ачинск». На основе использования нетоксичных техногенных материалов разработаны и исследованы составы субстратов для восстановления нарушенных земель. В качестве компонентов субстратов почвогрунтов использовались загрязненные почвы, иловые отложения, глина, вскрышные породы.

Ключевые слова: нефелиновый шлам, ил, вскрышиная порода, санация, восстановление земель, потенциально плодородный слой, химическое загрязнение, шламовая карта.

Земли сельскохозяйственного назначения, примыкающие в шламохранилищу, испытывают существенную техногенную нагрузку и требуют проведения рекультивационных мероприятий. Рекультивация объектов цветной металлургии с токсичными отходами или загрязненными почвами должна базироваться на агрохимической и экотоксикологической оценке деградированной поверхности и пригодности его к биологическому освоению, состоянию и составе ценоза на прилегающей территории [1]. Наиболее простой и эффективный вариант технического этапа рекультивации заключается в применении повышенных доз минеральных удобрений, последующим посевом злаковых травосмесей и их заделкой, как сидератов [2]. Альтернативой минеральных удобрений могут быть иловые отложения. Использование источников природного происхождения поможет не только повысить плодородие почв, но и вернуть хотя бы частично, изъятые элементы в биологический круговорот веществ.

В рамках выполнения настоящей работы осуществлялись исследования техногенных и природных материалов, использованных восстановления и санации загрязненных земель вокруг шламовых карт.

Химический анализ почв земельных участков, расположенных вблизи шламовых карт (по данным ФГБУ «КРЦ Россельхознадзора») показывает, что слой почв 0-5 см подвержен химической деградации в наибольшей степени (табл.1).

Таблица 1

Химический состав почв в районе шламохранилища АО «РУСАЛ Ачинск»

Слой, См	рН _{Н₂О}	Органическое вещество, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mn	N-NO ₃
			подвижные, мг/кг			
0-20	8,8	9,8	145,0	1173,0	59,3	6,5
0-5	10,3	2,2	<25,0	8725,0	183,2	24,6
5-20	8,2	6,7	143,0	528,0	39,8	2,8
5-20	8,8	8,9	155,0	668,0	50,5	3,6

Очень сильнощелочная реакция почвы слоя 0-5 см сопровождается существенными потерями органического вещества до 2,2 % абс., что соответствует низкому его содержанию. Подобный факт обусловлен высокой щелочностью и пептизирующим действием обменного калия и натрия. Высокая щелочность может существенно уменьшать содержание гумуса и вызывать его перераспределение по профилю почвы. Высокие концентрации калия и нитратного азота являются токсичными для растений и свидетельствуют о химическом загрязнении почв. Важно отметить, что концентрация обменного калия, достигающая в отдельных пробах 8725 мг/кг почвы, является

критической. Ниже лежащий слой 5-20 см отличается высоким содержанием органического вещества (7 - 9 %), средне- и сильнощелочной реакцией почвенного раствора (рН 8,2 - 8,8), очень высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, высоким и средним содержанием подвижного марганца и очень низкой обеспеченностью нитратным азотом.

Оценка продукционного потенциала травосмеси проводилась на грунтах с использованием в качестве добавок следующих техногенных материалов: ил со дна пруда-охладителя сбросных вод ТЭЦ АО «РУСАЛ Ачинск»; вскрышная порода добычи песка в пойме р. Чулым; ил с левобережных очистных сооружений г. Ачинска 3-х и 5-ти летнего хранения.

Эти компоненты смешивались с загрязненной почвой, взятой с разной глубины в определенных пропорциях и проводились опыты по оценке продуктивности травосмесей.

Химический состав отходов (табл.2) указывает на то, что ил со дна пруда охладителя сбросных вод ТЭЦ имеет щелочную реакцию среды, а также низкое содержание органического вещества и нитратного азота, высокое количество подвижного фосфора и обменного калия, среднее содержание марганца.

Таблица 2

Химический состав отходов (по данным протоколов испытаний ФГБУ «Красноярского Референтного Центра Россельхознадзора»)

Компонент	рН водной вытяжки	Органическое вещество, %	Фосфор	Калий	Mn	N-NO ₃
			подвижный	подвижный	Подвижные формы, мг/кг	
Ил со дна пруда-охладителя сбросных вод ТЭЦ (проба №20)	8,6	<1,0	72,0	1498,0	237,8	<2,8
Ил с очистных сооружений (3-летнего хранения)	6,9	50,1	1005,0	580,0	578,7	1175,0
Ил с очистных сооружений (5-летнего хранения)	6,3	50,2	1670	543	720,4	394
Вскрышная порода добычи песка	7,8	<1,0	106,0	81,0	-	<2,8

Химический анализ ила с очистных сооружений г. Ачинска трех- и пятилетнего хранения указывает на его нейтральную реакцию среды и высокое содержание органического вещества и подвижных соединений фосфора, азота. При этом содержание тяжелых металлов в нем не превышает установленных нормативов (табл.3).

Таблица 3

Химический состав ила с очистных сооружений г. Ачинска 3-х и 5-ти летнего хранения

Компонент	Cd	Cu	F (подв.)	Pb
	мг/кг			
Ил с очистных сооружений (3-летнего хранения)	0,86	83,48	<0,95	8,23
Ил с очистных сооружений (5-летнего хранения)	2,47	126,7	<0,95	19,75
Норматив	2,00	132,00	2,80	32,00

Анализ свидетельствует о том, что ил с левобережных очистных сооружений г. Ачинска соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям, не является опасным и может быть использован в качестве компонента субстрата для санации загрязненного грунта. Вскрышная порода добычи песка в пойме реки Чулым по своим агрохимическим показателям считается наиболее соответствующим нормативным требованиям и может быть применена для восстановления нарушенных земель в районе, прилегающем к шламохранилищу АО «РУСАЛ Ачинск».

Учитывая выше приведенные характеристики техногенных материалов, считается возможным применение их смесей в качестве компонентов субстратов при рекультивации загрязненных почвогрунтов и восстановлении нарушенных земель. Проведенные исследования по экотоксичности применяемых техногенных материалов показали возможность их использования для санации загрязненной территории [4].

Анализ грунтов, сформировавших зеленую фитомассу показал, что возделывание травосмеси на загрязненной почве, взятой из 0-20 см слоя при добавлении в нее ила со дна пруда-охладителя сбросных вод ТЭЦ АО «РУСАЛ Ачинск», вскрышной породы и ила с левобережных очистных сооружений г. Ачинска 5-ти летнего хранения повышает продуктивность фитомассы в 1,4 - 2,3 раза. Менее высокие показатели по продуктивности фитомассы были получены на субстратах без использования ила с левобережных очистных сооружений г. Ачинска.

В проведенных исследованиях выявлена максимальная продуктивность травосмеси (432 г/м²), которая была сформирована на субстрате из пробы загрязненной почвы (глубина взятия образца 5-20 см), в которую была добавлена вскрышная порода добычи песка и ил с левобережных очистных сооружений в соотношении 1:0,5:0,5. Близкую продуктивность (293 и 300 г/м²) сформировали грунты, состоящие из почвы (0-20 см), при добавлении к ней ила со дна пруда-охладителя сбросных вод и вскрышной породы в соотношении 1:0,5:0,5, а также вскрышной породы и ила с левобережных очистных сооружений в таком же соотношении, что способствовало улучшению условий роста и развития растений.

Список литературы

1. Титова В.И. Оценка техногенного воздействия на почвы земель сельскохозяйственного назначения и предложения по их рекультивации / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, А.А. Ветчинников, С.С. Шахов, Е.В. Сеньчева // Экологический вестник северного Кавказа, 2016. - №12. – С.56-61.

2. Танделов Ю.П. Эффективность минеральных удобрений и мелиорантов на кислых почвах Красноярского края // Химия в сельском хозяйстве, №1. - 1997. – С. 8-11.

3. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г. Звягинцев // Почвоведение, 1978. - № 6. – С. 48 -54.

4. Шепелев И.И. Оценка экотоксичности экспериментальных смесей, разработанных для санации территорий, прилегающей к шламохранилищу АО «РУСАЛ Ачинск» / И.И.Шепелев, Е.Н. Еськова, О.В. Романова, А.М. Немеров, О.В. Пиляева, Р.В. Кочетков // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2017. - № 12. - С. 203 – 209.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Л.А. Павлова, Е.В. Ермолаева
Саратовский государственный медицинский университет
имени В.И. Разумовского,
г. Саратов

Современное человечество накопило к началу XXI века не только фундаментальные научно-технические достижения, но и различные глобальные проблемы. И важнейшие среди них – экологические проблемы.

Так, масштабное и бесконтрольное освоение человеком природных богатств, интенсивная индустриализация, стремительный рост численности населения и промышленных технологий – способствовали постепенному сокращению фонда дикорастущих и культурных растений, домашних животных, а также животного мира суши и акватории, запасов подземных источников воды, полезных ископаемых и истощению плодородного слоя. Наряду с этим, атмосфера Земли в большинстве развитых стран уже загрязнена до предельно допустимых норм, экологически чистый воздух стал дефицитом и активизировался процесс разрушения озонового слоя и усиления парникового эффекта.

Таковы негативные последствия потребительского отношения и технократического подхода к природе как к неиссякаемому источнику естественных сырьевых ресурсов. Они свидетельствуют также о снижении или утрате возможностей саморегуляции биосферы в условиях агрессивного воздействия человека на окружающую природную среду.

Однако беспечное игнорирование существующих экологических проблем или их несвоевременное решение неизбежно увеличивают число новых, а

также время и средства, требуемые для их устранения.

За последние пятьдесят лет Земля подвергалась продолжительным и опасным изменениям по сравнению со всеми предыдущими столетиями. В связи с этим угроза существования нынешней цивилизации, вызванная развитием научно-технического прогресса, потребовала осмысления социальных причин глобального экологического кризиса и поиска путей выхода из него.

К сожалению, мы – земляне «... получили в наследство невыразимо прекрасный и многообразный сад, но беда в том, что мы никудашные садовники. Мы не позаботились о том, чтобы усвоить простейшее правило садоводства. С пренебрежением относясь к нашему саду, мы готовим себе в не очень далеком будущем мировую катастрофу не хуже атомной войны, причем делаем это с благодушным самодовольством малолетнего идиота, стригущего ножницами картину Рембрандта» (Дж. Даррел).

Поэтому в большинстве благополучных стран с рыночной экономикой обязательным становится признание приоритета экологических интересов перед политическими, экономическими и военными. Возрастает значимость экологизации современного производства, экологической экспертизы выпускаемой продукции, экономии имеющихся сырьевых ресурсов, разработки специальных технологий, позволяющих снизить как энергетические, так и материально-вещественные затраты. Следовательно, возрастает значимость соблюдения правил разумного природопользования (отраслевого, ресурсного и территориального) и личной ответственности за их нарушения.

Рациональное (разумное) природопользование – это любая производственная деятельность, обеспечивающая экономное использование сырьевых природных ресурсов, их перспективное и высокоэффективное воспроизводство, а также гарантирующая оптимальные условия сохранения здоровья людей.

Рациональное природопользование и охрана природы основываются на восьми правилах (принципах): правило прогнозирования, правило повышения интенсивности освоения природных ресурсов, правило множественного значения объектов и явлений природы, правило комплексности, правило региональности, правило косвенного использования и охраны, правило единства использования и охраны природы, правило приоритета охраны природы над ее использованием [1].

По подсчетам международных экспертов запасов угля человечеству хватит всего на 430 лет, нефти – на 35 лет, природного газа – на 50 лет [2]. Если на одного человека в каменном веке тратилось 4 тыс. ккал энергии в сутки, в феодальном – 12 тыс. ккал, в капиталистическом – 70 тыс. ккал, то сегодня в экономически развитых странах – уже 230-250 тыс. ккал. С начала XX века количество энергии, затрачиваемое на сельскохозяйственное производство, возросла в 8-10 раз, а в промышленности в 10-12 раз [3].

Следовательно, требуются адекватные структурные изменения мирового энергобаланса: во-первых, расширение возможностей применения атомной энергии, а во-вторых, поиск более безопасных и безвредных источников энергии (энергия солнца, ветра и волны).

Многие российские проблемы являются результатом экологически разрушительной модели развития и поэтому актуальны: антропогенная нагрузка на природные ландшафты, неконтролируемый выброс отходов в реки и озера, нерациональный отлов рыбы, тепловое загрязнение атмосферы и хищническое истребление лесов.

Восстановление естественных экосистем и биоразнообразия возможно лишь в условиях перехода страны к устойчивому (коэволюционному) развитию, которое предполагает как формирование бережного отношения к окружающей природе, так и обеспечение экологической безопасности жизни и хозяйственной деятельности человека.

Взросший спрос на экологически чистую продукцию неотвратимо ужесточает требования населения к ее качеству и разнообразию и, безусловно, повышает конкурентоспособность этой продукции.

В целом система рационального природопользования характеризуется созданием разнообразных культурных ландшафтов, заповедников и национальных парков, разработкой биологических методов борьбы с вредителями сельского хозяйства, применением новейших технологий комплексного использования сырья, безопасной переработкой и повторным использованием отходов, строительством очистных сооружений, разработкой экономически чистых видов топлива, заменой природоемких технологий на ресурсосберегающие и энергоэффективные.

Экологически безопасные технологии – это минимизация возможного ущерба природе, современное оборудование, рациональное обслуживание и оснащение, профессиональные навыки и умения специалистов.

Сегодня одним из важнейших направлений в рациональном природопользовании является переработка и утилизация накопленных отходов производства (промышленных) и отходов потребления (промышленных и бытовых).

Проблема накопления, хранения и утилизации опасных отходов является для России особенно острой: медицинские и биологические отходы, отходы молочного производства и птицефабрик, отходы химической и нефтедобывающей промышленности и т.п. Вместе с тем, существующие инновационные технологии позволяют не только очищать, но и извлекать из них полезные вещества.

Современная цивилизация и окружающая среда – конфликтны. Однако стремительно развивающиеся научные и информационные технологии позволят разработать новые компромиссные решения экологических проблем и предотвращения вредных воздействий на природу, сохранения ее качества и разумного освоения природных богатств.

Список литературы

1. <https://ecology-education.ru/=2>
2. <http://m.stins.biz/ecology/=3>
3. https://uchebnikonline.com/ekologia/ekologichniy_menedzhment_-_semenov_vf/ekologizatsiya_suspilnogo_virobnitstva.htm

ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

С.Н. Крылов, О.Ю. Кондратьева, Е.М. Ревзина, Е.В. Кондратьева
Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Сегодня, для каждого региона немаловажной задачей является привлечение инвестиций. Для этого инвесторам нужно предоставить исчерпывающую информацию об инвестиционных проектах и связанных с ними рисках, для чего составляются различного рода рейтинги деловой активности, инновационного развития. Однако существующие рейтинги не учитывают информацию о земельных ресурсах, что, на наш взгляд, может являться существенным. Вопрос необходимости учета этой информации в подобных рейтингах будет рассмотрена в данной статье.

В настоящее время существует несколько признанных рейтингов инновационного развития региона, однако ни один из них не учитывает использование земельных ресурсов, например распределение земельных ресурсов по различным категориям. Данная информация может служить хорошим индикатором готовности региона к внедрению инноваций и дальнейшему развитию промышленности.

Согласно определению, инновационная деятельность – выполнение работ и (или) оказание услуг, направленных на:

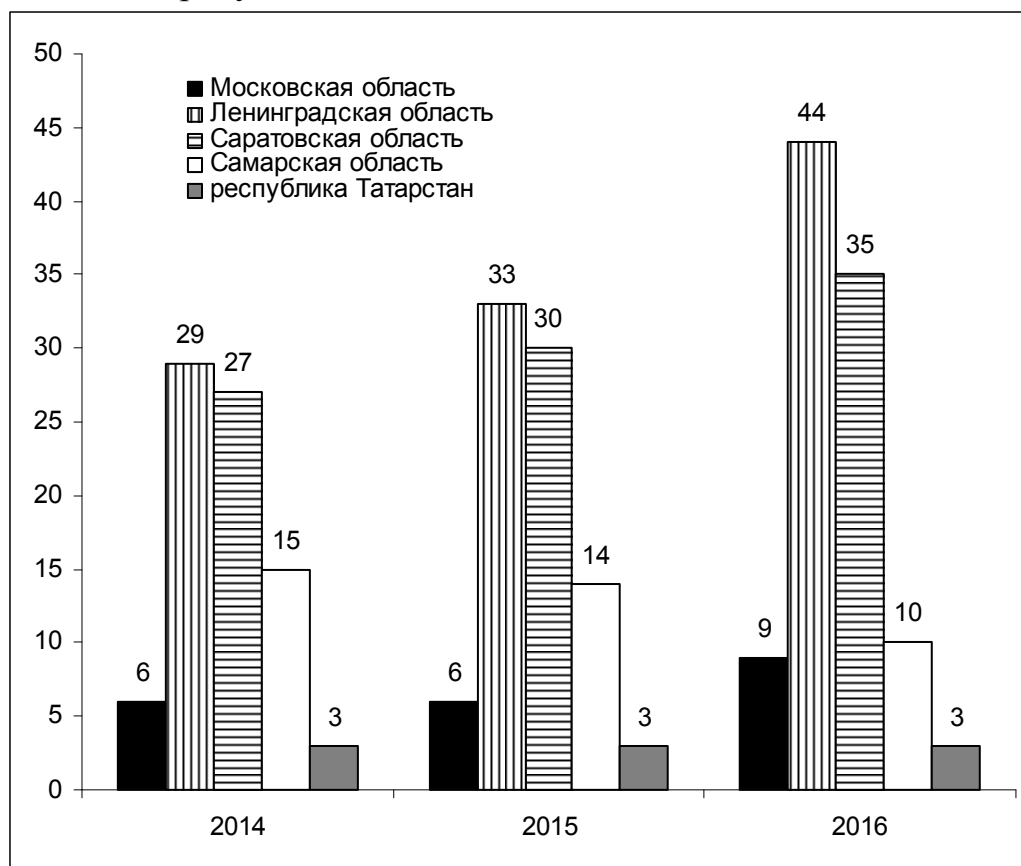
- создание и организацию производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции (товаров, работ, услуг);
- создание новых или модернизацию существующих способов (технологий) производства продукции, распространения и использования указанной продукции.

Субъектами инновационной деятельности, как известно, являются юридические лица независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности, индивидуальные предприниматели и физические лица, осуществляющие инновационную деятельность.

Для исследования были рассмотрены только определенные регионы – субъекты РФ: Московскую, Ленинградскую, Саратовскую, Самарскую области и республику Татарстан. Для данных субъектов характерен разный уровень ВВП, разный уровень жизни и разное распределение земель по различным категориям, поэтому данные регионы могут наглядно продемонстрировать необходимость учета информации о земельных ресурсах.

Выяснено, что с 2005 по 2016 для всех регионов характерно уменьшение количества сельскохозяйственных земель и увеличения количества земель промышленности и иного назначения, однако данная зависимость немонотонна для некоторых из представленных регионов. Данные с этой таблицы в дальнейшем будут использованы для определения связи с индикаторами инновационного развития регионов.

В рамках исследования было рассмотрено несколько вариантов таких индикаторов, например рейтинги, предложенные Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (далее НИУ ВШЭ) или Ассоциацией инновационных регионов России (далее – АИРР). В этих двух организациях было проведено фундаментальное исследование состояния инновационной деятельности в России. Так, разработанный АИРР рейтинг учитывает 23 показателя (с 2016 – 29) и представлен для выбранных ранее регионов на рисунке ниже:



Рейтинг регионов от АИРР

Республика Татарстан занимает третью строчку в рейтинге на протяжении последних 3 лет вместе с Москвой и Санкт-Петербургом (на графике не показаны), Самарская область переместилась с 15 на 10 место, в то время как остальные выбранные регионы демонстрируют ухудшения в сфере инноваций. Согласно информации на официальном сайте, основу данного рейтинга формируют показатели по 4 категориям:

- Научные исследования и разработки,
- Инновационная деятельность,
- Социально-экономические условия инновационной деятельности,
- Инновационная активность региона.

Разработанный в НИУ ВШЭ рейтинг состоит из 37 показателей, также разделенным по 4 категориям:

- Социально-экономические условия инновационной деятельности,
- Научно-технический потенциал,

- Инновационная деятельность,
- Качество инновационной политики.

В открытом доступе по рейтингу от АИРР имеются данные лишь за 2014 - 2016 гг., что не позволяет использовать его в рамках данного исследования: полученные результаты по такому короткому ряду не будут статистически значимыми. Аналогичная ситуация сложилась и с рейтингом от НИУ ВШЭ: в открытом доступе имеются данные не ранее 2012 г.

Так как в открытом доступе не представлена полная информация о методике подсчета данных рейтингов, то подсчитать их за предыдущие годы самостоятельно не представляется возможным. Тем не менее, так как участвующие в формировании данных рейтингов показатели известны, а большинство из них доступны в открытых источниках, то нами был сформирован собственный рейтинг для выбранных регионов за 2005 – 2016 гг., который учитывает некоторые из показателей (за основу взят в первую очередь рейтинг от АИРР):

1. Научные исследования и разработки:

- Численность студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования по отношению к численности населения,
- Численность исследователей по отношению к численности населения,
- Коэффициент изобретательской активности,
- Распределение читателей eLibrary.ru по регионам (история данного показателя в открытом доступе не представлена, поэтому взята постоянная величина на 05.12.2017),
- Внутренние затраты на исследования и разработки в процентах от ВРП,

2. Инновационная деятельность и уровень развития информационного общества:

- Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций,
- Удельный вес организаций, использовавших Интернет,

3. Социально-экономические условия инновационной деятельности:

- Степень износа основных фондов,
- Удельный вес занятых в высокотехнологичных и среднетехнологичных (высокого уровня) видах деятельности в общей численности занятых в экономике региона,

Для определения связи между короткими временными рядами (т.е. изменениями величин во времени) можно использовать ограниченный набор методов, например подсчет коэффициента корреляции, который показывает линейную зависимость между рассматриваемыми переменными.

Необходимо отметить, что нулевое или близкое к 0 значение коэффициента корреляции не означает отсутствие связи между временными рядами. В этом случае, может наблюдаться связь более сложной структуры, поэтому может потребоваться применение других, более сложных методов, например причинности по Грейнджеру, как было показано, например в [5].

Пример получившейся матрицы корреляций (для Саратовской области) представлен в таблице.

Матрица корреляции для Саратовской области

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Кадастр
Фактор 1	1							
Фактор 2	0,004813	1						
Фактор 3	0,5422	-0,2355	1					
Фактор 4	-0,5923	0,0024	-0,4208	1				
Фактор 5	-0,1255	-0,3541	0,4842	-0,0674	1			
Фактор 6	-0,3282	-0,8058	-0,0056	0,387	0,0671	1		
Фактор 7	0,1764	-0,5036	0,1194	0,2229	0,4677	0,2844	1	
Кадастр.	-0,6996	-0,6755	-0,1886	0,512	0,2576	0,874	0,1711	1

Из матрицы видно, что для Саратовской области существует сильная зависимость между долей земель промышленности и иного назначения и такими показателями инновационного развития как (далее перечисление в порядке убывания модуля коэффициента корреляции): степенью износа основных фондов (фактор 6), численностью студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования на 10000 человек населения, нормированное на среднее число студентов по регионам РФ (фактор 1), численностью персонала, занятого научными исследованиями и разработками, нормированное на число населения региона (фактор 2) и внутренними затратами на исследования и разработки в процентах от ВРП (фактор 4). Зависимость между кадастровой информацией и другими факторами мала.

Для Самарской области сильная связь также наблюдается для факторов 1,2 и 6, однако коэффициент корреляции между кадастровой информацией и фактором 4 немного меньше 0,5, что не позволяет говорить о сильной связи. Для республики Татарстан ситуация обратна: коэффициент корреляции между кадастровой информацией и фактором 6 очень мал в отличие от подобного коэффициента для фактора 4.

В отличие от Поволжья, в Московской области проявляется сильная зависимость между кадастровой информацией и фактором 7 (удельный вес инновационных товаров, работ, услуг, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций). В остальном ситуация похожа на Саратовскую область.

Для Ленинградской области характерна зависимость только между кадастровой информацией и фактором 5 (удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций), что не характерно для других рассмотренных примеров. Коэффициенты корреляции для остальных факторов малы.

Таким образом, исследовав корреляционные матрицы между показателями инновационного развития и кадастровой информацией, была выявлена сильная связь для отдельных показателей. Классификация регионов России по структуре связи, а также определение направления этой связи – направления для дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр).
2. Федеральная служба государственной статистики. «Регионы России. Социально-экономические показатели».
3. «Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 5» / Г.И. Абдрахманова, П.Д. Бахтин, Л.М. Гохберг и др.; под ред. Л.М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 260 с.
4. Ассоциация инновационных регионов России. Рейтинг инновационных регионов России [электр. ресурс] (URL: <http://www.i-regions.org/regions/proekty/rejting-innovatsionnogo-razvitiya> дата обращения: 05.12.2017)
5. Крылов С.Н., Смирнов Д.А., Осипов Г.В., Безручко Б.П. // Письма в ЖТФ. - Т. 41, №11 (2015). - С. 94.

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УТИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

О.В. Гилевская, А.Ю. Постнов, О.А. Черемисина, С.А. Лаврищева,
С.В. Мякин, Н.В. Мальцева

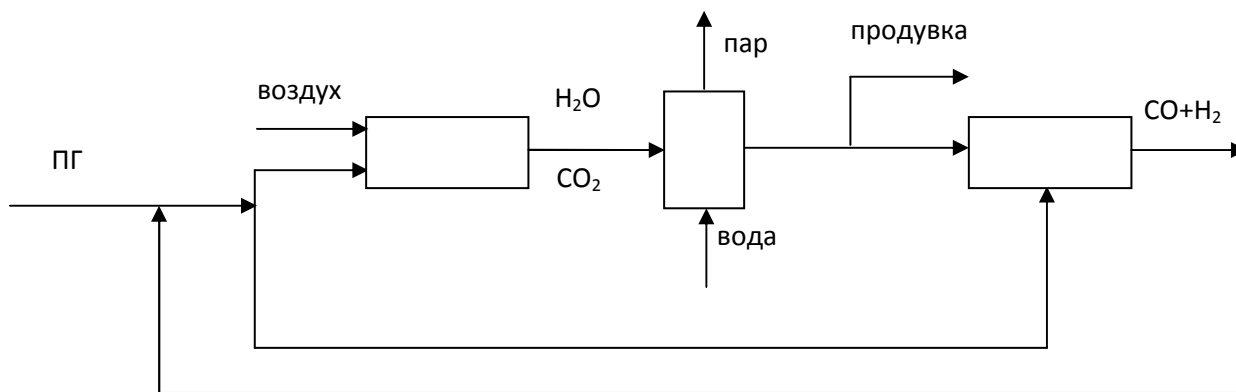
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

Утилизация отходящих газов энергетических установок или дальнейшее их использование важная экологическая проблема. Теплоту отходящих газов энергоустановок можно использовать для проведения эндотермических реакций паровой или пароуглекислотной конверсии углеводородов. Отходящие газы подаются в реактор с промышленным катализатором ГИАП-16, куда направляется часть природного газа (ПГ). Образующийся при конверсии синтез-газ может иметь различное применение, например, в химической промышленности или как добавка к топливу, увеличивающая его теплотворную способность. Энерготехнологическая блок-схема приведена на рисунке.

В процессе сжигания топлива образуются оксиды SO_2 и NO_x , способные оказать негативное влияние на активность катализатора конверсии.

Цель исследований – изучение возможности использования промышленного катализатора ГИАП-16 в условиях воздействия кислотных оксидов. В качестве модельного дезактиватора катализатора был выбран диоксид серы.

В реактор с катализатором ГИАП-16 подавалась смесь SO_2 с азотом в течение 2 ч при $400\text{ }^\circ\text{C}$, с объемной скоростью 4500 ч^{-1} . Содержание диоксида серы в смеси составило 1,5 об.%. Оценка активности катализатора в процессе паровой конверсии показала, что он полностью дезактивирован. По данным элементного анализа, проведенного на энергодисперсионном рентгенофлуорисцентном спектрометре Shimadzu EDX-8000 с родиевой рентгеновской трубкой, содержание серы в дезактивированном образце возросло в 1,8 раз.



Энерготехнологическая блок-схема

Таким образом, использование промышленного катализатора ГИАП-16 в данной схеме должно предусматривать его периодическую регенерацию.

Паровую конверсию метана и восстановление катализатора проводили на установке проточного типа.

Условия проведения паровой конверсии:

- объемная скорость метана 6000 ч^{-1} ;
- температура конверсии от $500 \text{ }^\circ\text{C}$ до $750 \text{ }^\circ\text{C}$;
- соотношение газ : пар = 1 : 2.

Степень превращения метана при $750 \text{ }^\circ\text{C}$ на промышленном катализаторе ГИАП-16 составила 96 %. После этого катализатор подвергался отравлению и последующему восстановлению.

Использовались различные режимы восстановления:

режим 1 – восстановление в токе водорода при температуре $400 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 4 ч;

режим 2 – обработка водяным паром при $750 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 ч с последующим восстановлением водородом при $400 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 ч.

Активность катализатора, восстановленного без обработки водяным паром была очень низкая и степень конверсии метана не превышала 1,5 % при температуре $750 \text{ }^\circ\text{C}$. Обработка дезактивированного катализатора водяным паром с последующим восстановлением водородом оказалась более эффективной и позволила восстановить степень конверсии метана до 84 % при температуре $750 \text{ }^\circ\text{C}$.

Полученные результаты по конверсии ПГ были сопоставлены с поверхностными свойствами катализатора. Поверхностные свойства различных образцов катализатора характеризовали распределениями донорно-акцепторных центров, которые определяли по адсорбции кислотно-основных индикаторов со спектрофотометрической регистрацией. Распределение центров адсорбции определяли в интервале pK_a от $-4,4$ до $12,8$. Бренстедовские кислотные центры (БКЦ) соответствуют интервалу pK_a от 0 до 7, бренстедовские основные (БОЦ) от 7 до $12,8$, льюисовские кислотные центры (ЛКЦ) $12,8-14,2$ [1,2].

Таблица

Образцы катализатора	S уд, м ² /Г	ЛКЦ рКа = 14,2	БКЦ рКа=1,3	БКЦ рКа = 2,5	БКЦ рКа = 5,2	Конверсия, % 700-750°С
ГИАП-16	5,3	35,8	1,51	16,4	0,57	96,1
ГИАП -16 отравленный SO ₂	3	9,08	0,26	3,77	1,63	0
ГИАП – 16 восстановленный режим 1	3,6	27,2	3,79	2,35	0,21	1,5
ГИАП – 16 восстановленный режим 2	5,3	13,9	10	1,72	1,2	83,9

Исходя из результатов можно сделать вывод о том, что отравление SO₂ приводит к резкому снижению содержания ЛКЦ на поверхности катализатора, что может быть обусловлено взаимодействием SO₂ с Ni и образованием сульфатных и сульфидных продуктов на поверхности катализатора.

Кроме того, наблюдается снижение содержания БКЦ с рКа = 1,3 и 2,5 и смещение их максимума в сторону нейтральных БЦ с рКа = 5,2, что может быть связано с частичным превращением групп Ni-OH в группы Ni-S-H, соответствующие данным центрам.

В случае восстановления катализатора, наблюдается повышение концентрации ЛКЦ, причем, оно более выражено в случае восстановления без предварительного пропаривания (режим 1).

При рассмотрении связи функционального состава поверхности и каталитической активности, можно сделать вывод о том, что, по-видимому, главную роль в механизме каталитического действия играют центры БКЦ с рКа=1,3 и рКа = 2,5, имеющие наибольшую кислотность и в большей степени присутствующие на поверхности исходного и восстановленного с пропариванием образцов.

Выводы

1. Была изучена возможность применения промышленного катализатора ГИАП-16 в процессе утилизации отходящих газов энергетических установок.
2. Была установлена связь между функциональным составом поверхности катализатора и его активностью в процессе паровой конверсии метана.
3. Использование катализатора ГИАП-16 возможно при условии организации его периодической регенерации.
4. Необходимо модифицировать существующий промышленный катализатор с целью стабилизации функционального состава его поверхности.

Список литературы

1. Нечипоренко А.П. Донорно-акцепторные свойства поверхности твердофазных систем. Индикаторный метод / А.П. Нечипоренко. – СПб.: Лань, 2017. – 284 с.
2. Сычев М.М. Кислотно-основные характеристики поверхности твердых тел и управление свойствами материалов и композитов / М.М. Сычев, Т.С. Минакова, Ю.Г. Слижов, О.А. Шилова. – СПб.: Химиздат, 2016. – 276 с.

МЕДЬСОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ ОТ СО

Ю.В. Александрова

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

Одной из глобальных проблем современной химической промышленности является загрязнение воздушного бассейна от СО, NO, смолистых веществ, органических соединений (продуктов неполного сгорания топлива, производных бензола в т.ч. фенолов и крезолов). Указанные соединения могут встречаться как в смеси соединений, так и самостоятельно. Для очистки наиболее часто применяются катализаторы на основе металлов платиновой группы, однако ряд предприятий, занимающихся их добычей сталкиваются с трудностями, связанными с падением объема производства. Каталитическая очистка заключается, как правило, в переводе токсичных веществ в менее вредные путем окисления, сопровождающегося значительным повышением температуры. Таким образом, до сих пор является актуальной проблема разработки не дорогих, не содержащих драгметаллы катализаторов, активных, механически прочных и термостабильных в условиях реакции.

Медьсодержащие катализаторы неоднократно подтверждали свою эффективность в процессах очистки газовых выбросов не только от СО, NO_x, но и от аммиака. Поскольку вследствие пониженной стабильности CuO, вызванной рекристаллизацией под влиянием реакционной среды и температуры, наибольшей эффективностью обладают многокомпонентные катализаторы.

В данной работе синтезирована серия медьсодержащих катализаторов экстракционно-пиролитическим (ЭП) методом, проанализирована возможность их участия в процессах очистки технологических газов на примере модельной реакции окисления СО кислородом воздуха.

Алюмохромовые носители (Н1, Н2 и Н3) готовили путем внесения CrO₃ в количестве 1,4-1,7 масс.% в AlOOH с последующим гранулированием и термообработкой (сушка t=100 °С 4ч., прокаливание t=550 °С 6 ч) [1,2].

Экстракты получали путем последовательного добавления в расплав каприновой кислоты водного раствора щелочи $C_9H_{19}COOH + NH_4OH \rightarrow C_9H_{19}COONH_4 + H_2O$, с последующей обработкой водным раствором неорганической соли до полного замещения катионов аммония на катион металла: $C_9H_{19}COONH_4 + MeL_n \rightarrow (C_9H_{19}COO)_nMe + NH_4NO_3$ (MeL_n - неорганическая соль экстрагируемого металла). Пропитанные экстрактами носители подвергали термообработке сопровождающейся пироллизом органо-солевых композиций (сушка при t=120 °С 4ч. и прокаливание при t=350 °С 3 ч).

Удельную площадь поверхности (S_{уд}) находили хроматографическим методом по тепловой десорбции N₂ по методу БЭТ. Истинную (d, г/см³) и кажущуюся (δ, г/см³) плотности образцов определяли пикнометрическим методом по воде и ртути, соответственно. Распределение объемов пор (V_п, см³/г)

по эквивалентным радиусам ($r = 1,5 - 35000$ нм) измеряли на ртутных поромерах низкого и высокого давления (прибор ПА-3М). При обработке экспериментальных данных использовали модель цилиндрической формы пор и программный продукт Microsoft Excel. Прочность гранул на раздавливание по торцу (P_{\square}) оценивали на приборе МП-2С из объема выборки 10 шт. Рентгеноструктурный анализ проведен на рентгенофлуоресцентном спектрометре EDX-7000/8000 Shimadzu, Интегральную функцию Гаммета (H_0) рассчитывали из рН-метрических кривых водных растворов.

Следует отметить, что увеличение доли активного компонента при практически неизменном количестве Cr_2O_3 сопровождается снижением доли оксида алюминия, в связи с чем в таблице приведены структурно-прочностные и кислотные характеристики трех носителей и катализаторов синтезированных на их основе (таблица).

Структурно-прочностные и кислотные свойства носителей и медьсодержащих катализаторов

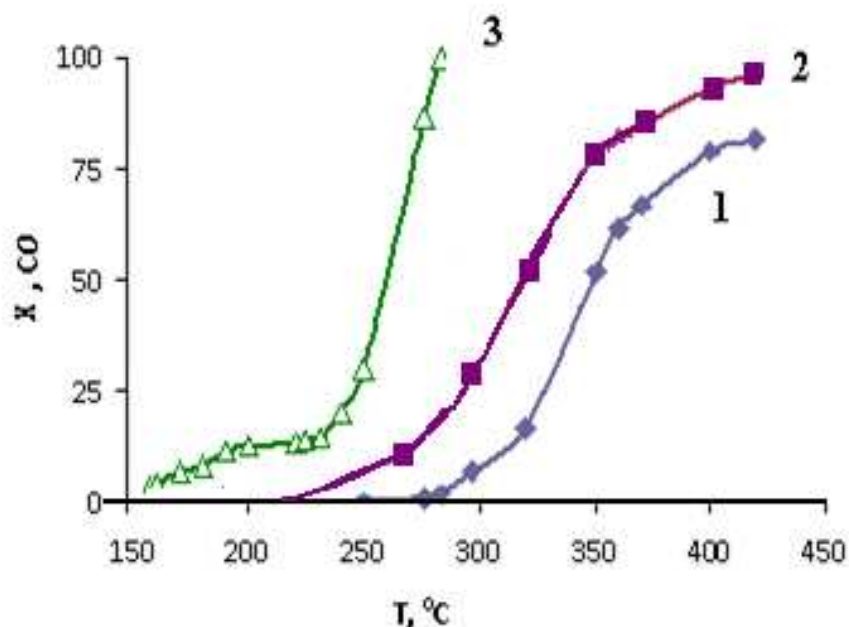
Обозначения обр.	Масс.% активного компонента			δ г/см ³	d	V_{Π} см ³ /г	$S_{уд}$ м ² /г	r, нм	P, МПа	H ₀
	Cr ₂ O ₃	CuO	ZnO							
Н1						0,84	198	11,5; 16,9; 234	5,4	7,1
ЭП-1	1,4	1,1	4,2	3,02	1,14	0,37	227	4,7; 6,9; 13,8	5,4	5,6
Н3						0,61	217	30,9; 13,8; 97,7	6,0	7,0
ЭП-3	1,6	4,4	14,7	2,88	1,24	0,47	250	4,2; 13,8; 97,7	5,2	6,3
Н4						0,68	229	4,0; 16,9; 97,7	6,0	6,9
ЭП-4	1,7	5,7	19,1	2,83	1,23	0,43	210	10; 21,9; 97,7	6,7	6,1

При пропитке носителя карбоксилатами меди и цинка значение функция Гаммета уменьшается. Такой эффект объясняется появлением дополнительного количества поверхностных координационно ненасыщенных катионов меди и цинка [3]. Изучение данных порометрии носителя Н1 имеет ярко выраженную полидисперсную структуру с преобладающим радиусом пор 234 нм объемом 0,25 см³/г и не значительным количеством мелких пор радиусами 11,5 и 16,9 нм, объемы которых 0,07 и 0,05 см³/г, соответственно. Внесение в подложку активных компонентов привело к явному уменьшению r пор в носителе.

Из данных порометрии (таблица) следует, что Н3 характеризуется наличием двух преобладающих радиусов пор: 13,8 и 30,9 нм, объемом до 0,30 см³/г, поры радиусом 97,7 нм составляют менее 0,07 см³/г. Внесение активного компонента ведет к увеличению объема последних в образце ЭП-3 до 0,25 см³/г, в то время как V пор r=13,8 нм, уменьшается более чем в 2 раза и составляет 0,11 см³/г, что является следствием трансформации пористой структуры при образовании шпинели ZnAl₂O₄. Анализ параметров пористой структуры Н4 и катализатора ЭП-4 показал, что при пропитке носителей карбоксилатными растворами меди и цинка происходят однотипные процессы: уменьшаются объемы пор носителя радиусом до 13, 8 нм, вследствие

кристаллизации в них фазы оксидов меди и цинка, и увеличивается объем пор радиусом 97,7 нм за счет твердофазного взаимодействия $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и ZnO [3].

Необходимо отметить, что нанесение активных компонентов путем пропитки алюмохромовых носителей, практически, не повлияло на прочностные свойства гранул.



Зависимость степени превращения CO в реакции окисления кислородом воздуха (X) от температуры образцов: ЭП-1 (1), ЭП-3 (2), ЭП-4 (3)

Установлено (рисунок), что все синтезированные образцы проявляют высокую активность в реакции окисления CO кислородом воздуха и отличаются между собой температурой зажигания, что является следствием разной концентрации CuO в составе катализаторов. Таким образом, для снижения температуры зажигания в область, характерную для драгосодержащих катализаторов (50-80 ° C), рекомендуется повысить количество вносимого активного компонента.

Список литературы

1. Стайлз Э. Носители и нанесенные катализаторы. Теория и практика; пер. с англ. под. ред. Слинкина А.А. - М.: Химия, 1991. - 240 с.
2. Власов Е.А. Формирование пористой структуры $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ из псевдобемита / Е.А. Власов, Ю.В. Александрова, Д.М. Шигорин. - Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), 2011. - № 12. - С. 13-16.
3. Александрова Ю.В., Власов Е.А. Анализ формирования структуры меднохромовых катализаторов конверсии оксида углерода. СПбГТИ(ТУ)-СПб, 2009.-18 с. Деп. В ВИНТИ 16.07.2009 № 489-В2009.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОСФЕРУ

Д.Ю. Самойлова, студентка ТулГУ

А.Р. Тарасов, учащийся МБОУ СОШ № 34

И.Ю. Абрашина, учитель биологии МБОУ СОШ № 34 г. Тулы

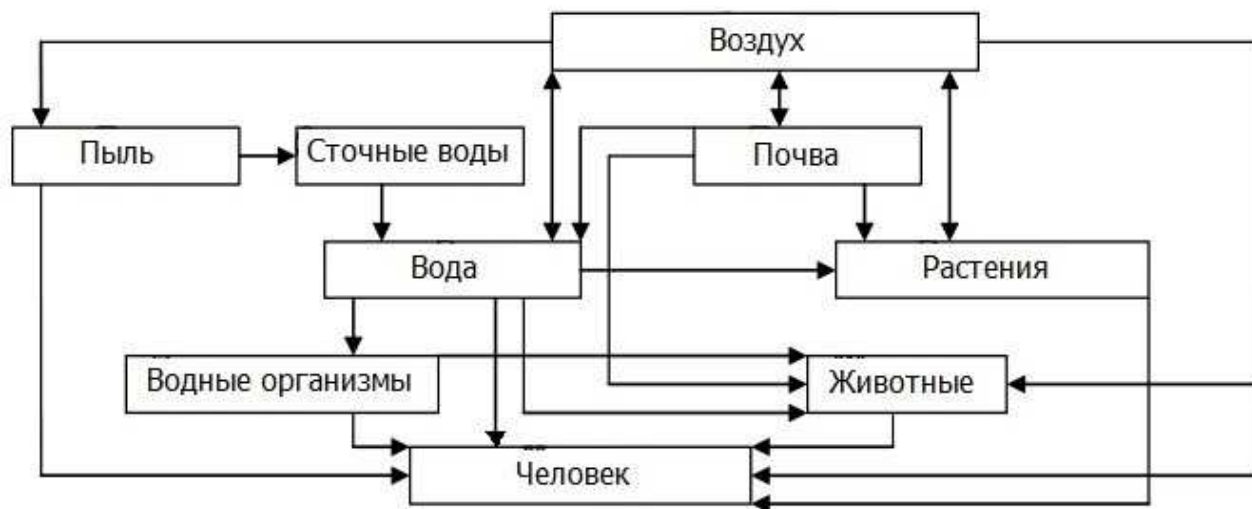
В настоящее время важную роль имеет мониторинг механизмов распределения и влияния тяжелых металлов в биосфере. На современном этапе развития промышленности загрязнение биосферы является распространённым и постоянно действующим фактором. Опасность тяжелых металлов определяется их способностью к биоаккумуляции и биомагнификации в живых организмах, тем самым вмешиваясь в метаболические циклы, быстрым изменением своей химической формой при переходе между средами, инертностью к химическому разложению и возможностью обуславливать нехватку эссенциальных элементов, замещая их металлосодержащими белками.

Влияние металлов разнообразно и зависит как от разнообразия наименований и количественного содержания их в окружающей среде. Биологическая роль подавляющего количества металлов определяется их способностью образовывать металлоорганические соединения, которые в виде ферментов и других биохимически активных молекул влияют на ход жизненно важных процессов в живых организмах. Среди тяжелых металлов чаще всего фигурируют: Pb, Cd, Cu, Ni, Co, Sb, Zn, Bi, Sn, Hg др. из них Cr, As, Pb и Cd фигурируют как наиболее токсичные.

Источники поступления тяжелых металлов в биосферу имеют как природное происхождение, так и антропогенное. Основная доля тяжелых металлов заключена в Мирового океана, донных осадках современных водных объектов, почвенно-растительном покрове и атмосфере. Это обусловлено тем, что данные зоны приноса тяжелых металлов на поверхность земли имеют глобальное распространение и непрерывное распространение. Увеличение концентрации металлов в поверхностных водоёмах может зависеть от кислотных дождей, приводящих к растворению близлежащих минеральных пород. К источникам антропогенного загрязнения относят предприятия черной и цветной металлургии, машиностроения, нефтепереработки и т.д. В сельском хозяйстве загрязнение почвы тяжелыми металлами вызвано использованием удобрений и пестицидов. Загрязнение биосферы происходит в основном аэрозольным путем, но помимо этого на предприятиях образуются разнообразные по составу промышленные отходы, которые являются дополнительным источником загрязнения. Для крупных городов характерно наличие в окружающей среде не одного конкретного загрязнителя, а их ассоциации, что приводит к комбинированному действию на живой организм и может способствовать как суммированию эффектов, так и их потенцирование.

Помимо широкого распространения токсичные элементы обладают хорошей миграционной способностью вблизи поверхности земли. Ионы тяжелые металлов не поддаются биохимическому разложению, они могут быть коллоидно-дисперсными или входить в состав различных взвесей. Комплексы,

образуемые почвенными кислотами с солями Fe, Al, Ti, U, V, Cu, Mo и других металлов, сравнительно хорошо растворимы в условиях нейтральной, слабокислой и слабощелочной сред. В связи с этим металлорганические комплексы способны мигрировать на значительные расстояния. Особую важность это имеет для маломинерализованных поверхностных вод, не способных к образованию иных комплексов.



Миграция тяжелых металлов

Для тяжелых металлов грунт является емким акцептором в круговороте химических загрязнителей биосферы. Тяжелые металлы способны быстро накапливаться в почве, но при этом сравнительно медленно из неё удаляются. Первый период полуудаления тяжелых металлов варьирует у различных элементов и может занять до нескольких тысяч лет: для Zn от 70 до 510 лет, Cu - от 310 до 1500 лет, Pb - от 770 до 5900 лет. Так же на концентрацию тяжелых металлов оказывают воздействия свойства грунта. В почвах гранулометрического состава, концентрации выше, чем в песчаных и супесчаных. Важную роль играют кислотно-основные свойства земли, например, в грунтах с кислыми условиями среды нерастворимая часть фракции тяжелых металлов переходит в растворимые формы, таким образом, концентрация в кислых почвах увеличивается.

Попад в водоемы или реку, тяжелые металлы распределяются между их компонентами, поэтому не всякое количество металла вызывает нарушение водной среды. Основными источниками загрязнения водных объектов тяжелыми металлами являются сточные воды гальванических предприятий, недостаточно очищенные канализационные воды, поверхностный сток с территории города и сельскохозяйственных угодий. Изменение концентрации металлов в природных водах так же зависит и от закисления, выпадение кислотных осадков способствует снижению значения pH и переходу металлов из сорбированного состояния в свободное. Чаще всего тяжелые металлы сорбируются донными отложениями, эффективность которых зависит от наличия органических веществ, 89 % которых составляет гумусовые вещества, проникающие из почв. Оставшаяся часть органических веществ, растворенных в воде, представляет собой продукты жизнедеятельности организмов или подобные по химическим

свойствам антропогенные примеси. Все они влияют как комплексообразующие реагентами, связывающие ионы металлов и комплексы.

Характер распределения тяжелых металлов в биомассе растений неоднороден, от корней к плодам их концентрация уменьшается. Помимо этого растворенная пыль способна проникать, как прямо в устьица, так и диффундировать через покровные ткани листовой пластинки. Тяжелые металлы ограничивают важнейшие физиологические функции растений - дыхание и фотосинтез, нарушают работу ферментов. Поступая в почву, тяжелые металлы подавляют рост и развитие растений, снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

Более того металлы в живых организмах играют роль активаторов биохимических процессов, если их количество не превышает определенные пределы. При загрязнении среды и соответственно повышении концентрации в организмах проявляется их токсическое действие. Существует несколько механизмов воздействия тяжелых металлов на биоту, общим является формирование комплексов с органическими соединениями. Механизм токсического действия заключается в замене металлов в металлосодержащих белках, что приводит к спаду биологической активности. В результате замены иона цинка на ртуть или свинец происходит дезактивация ферментов, участвующих в синтезе гемоглобина. Помимо этого тяжелые металлы, связываясь с функциональными группами белков (SH-, NH-, NH₂-, COO⁻), ингибируют активность ферментов путём изменения конфигурации их активного центра, нарушают клеточный транспорт и вызывают нарушения в работе целого организма.

Таким образом, в связи с интенсификацией, индустриализацией и химизацией сельского хозяйства антагонистическое воздействие тяжелых металлов приводит к загрязнению объектов биосферы. Учитывая их высокую токсичность, способность аккумулироваться в живых организмах, оказывать отрицательное воздействие даже в малых концентрациях, может иметь ряд серьезных последствий для экосистемы, вызывая развитие экологически обусловленных заболеваний. Это указывает на необходимость перехода общества к безопасному развитию и сохранению биосферы путем снижения и контроля выбросов, прослеживания цепей миграции тяжелых металлов в биосфере, проведение как выборочных, так и массовых обследований растений, животных, населения на предмет содержания ТМ в организме.

Список литературы

1. Казакова Н.А. Загрязнение почвы тяжелыми металлами // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2009.- №1 (8).
2. Экологическая токсикология [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений / И.Н. Лыков, Г.А. Шестакова. - Калуга: Захаров С.И. («СерНа»), 2013. - 255 с.

ПОВЕДЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В.А. Селина, учащаяся МБОУ СОШ №14

О.С. Селина, Е.М. Рылеева

Тульский государственный университет,

г. Тула

Многие тяжёлые металлы, например, железо, медь, цинк, молибден, принимают участие в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы, такие как свинец и ртуть, определяются как токсичные металлы.

Среди разнообразных загрязняющих веществ тяжёлые металлы (в том числе ртуть, свинец, кадмий, цинк) и их соединения выделяются распространённостью, высокой токсичностью, многие из них - способностью к накоплению в живых организмах. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на проводимые мероприятия по очистке, содержание соединений тяжёлых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Они также поступают в окружающую среду с дымом и пылью промышленных предприятий. Многие металлы образуют стойкие органические соединения, хорошая растворимость этих комплексов способствует миграции тяжёлых металлов в природных водах. К тяжёлым металлам относят более 40 химических элементов, но при учёте токсичности, стойкости, способности накапливаться во внешней среде и масштабов распространения токсичных соединений, контроля требуют примерно в четыре раза меньшее число элементов [2].

Важнейшим показателем качества среды обитания является степень чистоты поверхностных вод. Тяжелые металлы, попав в водоем или реку, распределяется между компонентами этой водной экосистемы. При оценке способности экосистемы сопротивляться внешнему токсическому воздействию используют буферную емкость экосистемы. Буферная емкость пресноводных экосистем по отношению к ионам металлов – это такое количество металл-токсиканта, поступление которого существенно не нарушает естественного характера функционирования всей изучаемой экосистемы. При этом сам металл трансформируется в следующие конфигурации [1]:

- 1) металл в растворенной форме;
- 2) сорбированный и аккумулированный фитопланктоном, то есть растительными микроорганизмами;
- 3) удерживаемый донными отложениями в результате седиментации взвешенных органических и минеральных частиц из водной среды;
- 4) адсорбированный на поверхности донных отложений непосредственно из водной среды в растворимой форме;

5) находящийся в адсорбированной форме на частицах взвеси.

На формы нахождения металлов в водах оказывают влияние гидробионты (например, моллюски). Например, при изучении поведения меди в поверхностных водах наблюдаются сезонные колебания ее концентрации: в зимний период они максимальны, а летом из-за активного роста биомассы снижаются. При осаждении взвешенных органических частиц, которые обладают способностью адсорбировать ионы меди, последние переходят в донные отложения, что и приводит к наблюдаемому эффекту. Интенсивность этого процесса зависит от скорости седиментации взвесей, то есть косвенно от таких факторов, как размеры и заряд адсорбирующих ионы меди частиц.

В природных поверхностных водах содержится множество органических веществ, 80 % которых составляют высокоокисленные полимеры типа гумусовых веществ, проникающих в воду из почв. Остальная часть органических веществ, растворимых в воде, представляет собой продукты жизнедеятельности организмов (полипептиды, полисахариды, жирные и аминокислоты) или же подобные по химическим свойствам примеси антропогенного происхождения. Все они претерпевают различные превращения в водной среде и являются комплексообразующими реагентами, связывающими ионы металлов в комплексы и уменьшающими тем самым токсичность вод.

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит как в результате естественных процессов, так и антропогенных выбросов. В атмосфере они подвергаются различным превращениям с изменением валентности и растворимости. Например, металлургические комбинаты, тепло- и электростанции выбрасывают тяжелые металлы в нерастворимой форме в составе твердых частиц. Однако, в ходе атмосферного переноса происходит постепенное их выщелачивание из минеральной алюмосиликатной матрицы и переход в ионную, водорастворимую форму (таблице).

Изменение доли водорастворимой формы некоторых металлов при атмосферном переносе [1]

Источник	Расстояние от источника, км	Доля водорастворимой фракции, %		
		Cu	Ni	Pb
Череповецкий металлургический комбинат	0-2	2,5	1,4	0,1
	10	6,2	3,1	4,8
	50	13	11	5,2
	80	15	17	8,1
Химкомбинат, Усолье-Сибирское	0-5	16	35	48
	10	32	63	76
	15	33	77	93
ГРЭС	0-5	47	1,1	45
	10	50	4,7	62

Особенно интенсивно происходит загрязнение территорий в импактных зонах предприятий металлургической промышленности. Например, потоки некоторых металлов из атмосферы на подстилающую поверхность в зоне влияния медно-никелевого производства на севере Кольского полуострова в зависимости от расстояния составляют (мг/(м²·год)) [3]:

	5 км	10 км	25 км	50 км
Ni	845	506	66,3	4,3
Cu	494	198	49,4	3,3
Co	53,8	16,5	4,5	0,2

Пары металлической ртути в атмосфере принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, сказывающихся на скорости ее осаждения. Т.к. газообразная ртуть удаляется из атмосферы довольно медленно, она может переноситься на большие расстояния. И наоборот, соединения двухвалентной ртути находятся в атмосфере всего лишь несколько суток, так как они легко растворимы и быстро вымываются осадками.

Интенсивное земледелие требует внесения в почвы минеральных удобрений и использования химических средств борьбы с болезнями и вредителями культурных растений. Это также приводит к систематическому загрязнению почв, т.к. все эти химикаты содержат тяжелые металлы.

При изучении сезонной динамики различных форм тяжелых металлов было обнаружено, что максимум содержания комплексов с гумусовыми веществами приходится на летне-осенний период, а зимой возрастает доля гидратированных форм. Объясняется это тем, что наибольшие количества гумусовых соединений поступают в водоемы летом.

Донные отложения рек и водоемов обычно выступают в качестве накопителя тяжелых металлов. Однако, при определенных условиях некоторые металлы могут высвобождаться из них, в результате чего происходит вторичное загрязнение воды.

Таким образом, формы существования тяжелых металлов в атмосфере и природных водах очень многообразны, при этом сильно отличаются по их физиологической роли.

Список литературы

1. Исидоров В.А. Введение в химическую токсикологию: учеб. пособие, изд. 2, стереотип. – СПб: Химиздат, 2016. – 144 с.: ил.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году» // Министерство природных ресурсов РФ, Москва, 2003 г.
3. Справочное пособие «Защита атмосферы от промышленных загрязнений» // Под редакцией С. Калверта и Г.М. Инглунда (перевод с английского), Москва «Металлургия», 1988 г.
4. Анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятий черной металлургии // Юзов О. В., Москва «Металлургия», 1980 г.

СИНЕРГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В РЯДУ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОТЕОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

М.А. Туленинова, Е.М. Рылеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

На промышленных предприятиях в процессе их функционирования образуется значительное количество сточных вод. Согласно основам водного законодательства все промышленные и коммунальные объекты должны вводиться в эксплуатацию только при наличии очистных сооружений, надежно обеспечивающих очистку сточных вод [1].

На никелевых заводах на всех стадиях производства образуются сточные воды, которые содержат взвешенные вещества, тяжелые металлы (ТМ), сульфаты, хлориды в концентрациях, превышающие предельно-допустимые концентрации рыбохозяйственных водоемов (далее – ПДК) [2].

Среди большинства элементов и веществ, загрязняющих окружающую среду, по опасности воздействия на живые организмы и объему выбросов особое место занимают тяжелые металлы [1].

Тяжелые металлы (ТМ) – химические элементы, отличающиеся высокой токсичностью для всех живых организмов и способностью по пищевым цепям поступать в организм человека и животных, что представляет серьезную угрозу для их жизнедеятельности [2].

Наибольшую опасность ТМ представляют для человека, поскольку он находится на вершине пищевой цепочки, вследствие чего получает продукты, концентрация токсикантов в которых в 100 – 10000 раз более высокая, чем, например, в почвах [3].

Согласно вышеизложенному, разработка эффективных очистных сооружений производства является актуальной задачей.

Целью настоящей работы является разработка схемы локальных очистных сооружений никелевого завода.

ОАО «ГМК «Норильский никель» является крупнейшим в мире производителем никеля и палладия. На долю «Норильского никеля» приходится более 20 % мирового производства никеля и 50 % палладия. Кроме этого, компания производит платину, медь, кобальт, родий, серебро, теллур, селен, иридий и рутений [3].

Конечным процессом медно-никелевое производства является промывка готового изделия. Именно эта стадия берется в качестве исследования.

Очистка сточных вод никелевого производства направлена на максимальную очистку от солей тяжелых металлов и подразделяется на три этапа:

- 1) Метод реагентной обработки;
- 2) Процесс электрофлотации;
- 3) Процесс обратного осмоса.

Таблица 1

Характеристика сточных вод никелевого завода [4].

Показатели	Значения показателей загрязненных сточных вод
	Промывка готового никеля
Количество сточных вод в сутки, м ³	1000
рН	3
Щелочность, мг-экв/л	4,81
Концентрация загрязнений, мг/л:	
Грубодисперсные примеси	42,5
Взвешенные вещества	1000
Хлориды	272
Сульфаты	256
Железо общее	0,15
Медь	0,58
Никель	9

Очищенная вода возвращается обратно в производство на промывные ванны, из которых сточные воды идут в усреднитель и снова на трехэтапную очистку (рисунок).

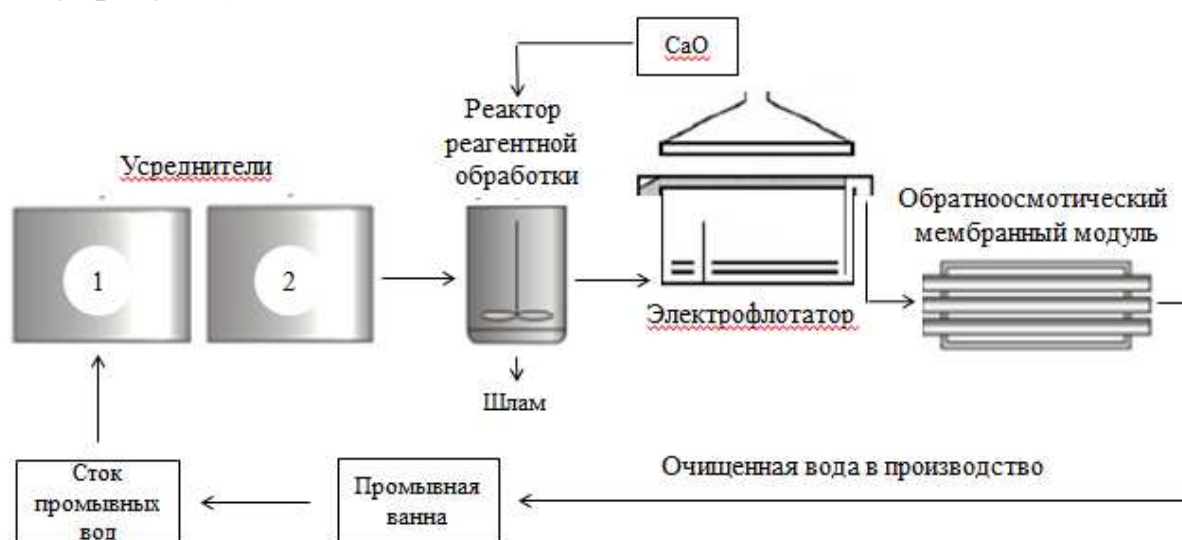


Схема локальных очистных сооружений никелевого завода

Разработан проект производительностью 1000 м³/сутки. На основании литературных данных выбрана технологическая схема очистки никелевых сточных вод, которая включает блоки очистки: усреднитель, блок реагентной обработки, блок электрофлотации и блок обратного осмоса.

В результате реализации разработанной технологии происходит снижение содержания взвешенных веществ с 1000 мг/л до 0,4 мг/л, никеля с 9 мг/л до 0,002 мг/л, меди с 0,58 мг/л до $6,4 \cdot 10^{-5}$ мг/л, что соответствует уровню предельно-допустимых концентраций для водоема рыбохозяйственного значения. Эффективность очистки составила 99 % по взвешенным веществам и 99% по тяжелым металлам.

Таблица 2
Оценка эффективности очистки

Загрязняющие вещества	Реагентная обработка			Электрофлотатор			Обратный осмос			ПДК
	%	До	После	%	До	После	%	До	После	
Взвешенные вещества	-	-	-	99	1000	10	96	10	0,4	0,75
Хлорид-ионы	75	272	68	-	-	-	-	-	-	300
Никель	72	9	5	97	5	0,1	98	0,1	0,002	0,01
Сульфат-ионы	75	256	64	-	-	-	-	-	-	100
Железо	72	0,15	0,055	97	0,055	0,0011	98	0,0011	$2,2 \cdot 10^{-5}$	0,1
Медь	72	0,58	0,16	97	0,16	0,0032	98	0,0032	$6,4 \cdot 10^{-5}$	0,001

Таким образом, достигнута максимальная очистка промывных сточных вод никелевого завода в отношении тяжелых металлов и др. веществ, потому как их превышение в окружающей среде негативно влияют на все живые организмы, а в конечном итоге – человека.

Тяжелые металлы отрицательно влияют на организм, вызывая токсическое (нейро-, эмбриотоксическое и т.п.), тератогенное, канцерогенное, аллергическое воздействия [1]. Доказано эмбриотоксическое действие тяжелых металлов через фетоплацентарную систему, а также их мутагенное воздействие. Многие тяжелые металлы обладают тропностью – избирательно накапливаются в определенных органах и тканях, структурно и функционально нарушая их [3].

Список литературы

1. Гудков А.Г. *Механическая очистка сточных вод* / А.Г. Гудков. - Вологда: учебное пособие, ВоГТУ, 2003. - 137 с.
2. Колесников В.А. *Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод* / В.А. Колесников, Н.В. Меньшутина. - М.: ДеЛиПринт, 2005. - 266 с.
3. Колесников В.А. *Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах* / В.А. Колесников, В.И. Ильин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004.- 220 с.
4. Жуков А.И. *Методы очистки производственных сточных вод* / А.И. Жуков, И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. - М.: Химия, 1996. - 345 с.

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СОВРЕМЕННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

Н.В. Шкробова, М.Н. Махонько, Т.В. Шелехова, М.Р. Зайцева
Саратовский государственный медицинский университет,
г. Саратов

Бронхиальная астма (БА) относится к числу наиболее широко распространенных, давно известных, хронических заболеваний человека. По данным эпидемиологических исследований, в мире более 300 млн. человек страдают БА, и предполагается, что эта цифра возрастет еще на 100 млн. к 2025 году [12,13]. В нашей стране распространенность симптомов БА среди взрослого населения составляет 6,9 %, а число, согласно расчетным данным, достигает 7 млн. человек [9,14].

БА является гетерогенным заболеванием, обычно характеризующимся хроническим воспалением дыхательных путей. Определяющими признаками БА являются респираторные симптомы (свистящие хрипы, одышка, ощущение заложенности в груди и кашель, выраженность которых изменяется со временем), а также переменное ограничение скорости воздушного потока на выдохе. В клинике гетерогенность БА проявляется различными фенотипами заболевания, которые оказывают существенное влияние на диагностические подходы, выбор адекватной тактики лечения, прогноз. Для выделения фенотипов используют два подхода: по ведущему признаку и кластерный анализ. Предлагаемая в настоящее время классификация фенотипов по ведущему признаку основана на распределении по трем параметрам: ведущий триггер, клинические особенности и характер воспаления воздухоносных путей. Многие фенотипы БА давно и успешно идентифицируются врачами. Оценка степени тяжести БА необходима для начала адекватной терапии. Выделяют атопическую (инфекционно-аллергическую и неинфекционно-аллергическую), неаллергическую, астму с поздним дебютом, аспириновую БА, профессиональную БА (ПБА), астму физического напряжения, БА курильщика, астму у пациентов с ожирением и синдром перекреста БА-ХОБЛ.

Одним из этиологических фенотипов БА является ПБА, которая в большинстве случаев относится к IgE-опосредованной аллергической БА, т.к. большинство профессиональных сенсibilizаторов являются аллергенами, способными вызвать специфический IgE-ответ. ПБА – хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей с участием различных видов иммунокомпетентных клеток, сопровождаемое непостоянной обратимой обструкцией и повышенной реактивностью бронхиального дерева с наличием причинно-следственной связи ее развития с выполняемой работой [8]. Простые химические вещества с низкой молекулярной массой (изоцианаты, формальдегид, соли никеля и др.) являются ирритантами и при профес-

сиональном контакте могут способствовать развитию бронхиальной гиперреактивности и формированию БА, индуцированной ирритантами. Важно, что повышенный риск развития ПБА имеют лица с атопией. Заболевание развивается после нескольких лет привыкания к аллергическому агенту. Т.к. контакт людей с промышленными раздражителями приобретает массовый масштаб, проблема имеет большое значение не только с медицинской, но и с социально-гигиенической точки зрения. Для выявления профессионального заболевания важно подробное выявление профессионального маршрута, анамнеза и качественно проведенная диагностика (пробы с промышленными аллергенами). Немаловажное значение имеет время появления первых симптомов ПБА, а также симптомов экспозиции, реэкспозиции, элиминации. Необходимо объективно подтвердить диагноз и как можно скорее исключить вредное воздействие [4].

Современные цели терапии БА – достижение и поддержание контроля заболевания. Согласно GINA (Global Initiative for Asthma – Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы), выделяют два компонента контроля: текущий контроль и минимизация риска неблагоприятных исходов в будущем. Текущий контроль определяется частотой возникновения дневных и ночных симптомов, использования средств скорой помощи по требованию и ограничением активности за последние 4 недели. Будущие риски можно уменьшить путем предотвращения развития обострений и фиксированной обструкции, а также путем минимизации нежелательных явлений от проводимого лечения. Главными причинами отсутствия контроля БА являются неадекватность базисной терапии (недостаточный объем фармакотерапии, неправильная техника ингаляции, несоблюдение режима лечения) и наличие сопутствующих заболеваний, течение и фармакотерапия которых негативно сказываются на состоянии больного [11].

Аллергическая форма ПБА протекает с участием IgE и IgG-зависимых механизмов, характеризующихся благоприятным течением с симптомами экспозиции/элиминации и значительным облегчением состояния при своевременном трудоустройстве на работу вне контакта с вредными производственными факторами [7].

Достижение успеха в контроле БА, в т.ч. ПБА – трудоемкий и многоступенчатый процесс. Для его контроля важен учет внешних факторов (аллергены, инфекция), по возможности их исключение или воздействие на них (элиминация аллергенов, аллергенспецифическая иммунотерапия, антибактериальная терапия). Наряду с этим необходимо выявлять и корректировать сопутствующую патологию. Только воздействуя на все указанные факторы, будет возможным достижение контроля БА при помощи меньших доз базисных препаратов и за более короткий срок. После подбора адекватной базисной терапии и коррекции сопутствующей патологии для поддержания контроля необходим продолжительный мониторинг состояния пациента [3].

В соответствии с GINA (2017) и Федеральными клиническими рекомендациями по бронхиальной астме (2016) рекомендован ступенчатый подход к выбору объема фармакологического лечения БА [6].

Фармакотерапия ПБА включает в себя три вида препаратов. Лекарственные средства для контроля симптомов; препараты купирующие симптомы БА; препараты дополнительной терапии для больных тяжелой БА. К препаратам базисной терапии относятся: ингаляционные глюкокортикостероиды (ИГКС) (циклесонид (альвеско), беклометазон, будесонид (пульмикорт), флутиказонапропионат, флутиказонафуоат, мометазонфуоат (асманекс), триамцинолон); комбинированные препараты – длительнодействующие β_2 -агонисты (ДДБА)+ИГКС (беклометазон/ формотерол, флутиказонафуоат/вилантерол, флутиказонапропионат/ формотерол, флутиказонапропионат/сальметерол, мометазон/формотерол); пролонгированные теофиллины (теопэк); антагонисты лейкотриеновых рецепторов (монтелукаст (сингуляр), зафирлукаст, пранлукаст, zileuton); длительно-действующий антихолинергический препарат (тиотропий) в ингаляторе, содержащем раствор; анти-IgE (омализумаб); анти-IL-5 (меполизумаб); кромоны (кромогликат натрия, недокромил натрия); системные ГКС (преднизолон, преднизон, метилпреднизолон, гидрокортизон); короткодействующие β_2 -агонисты (сальбутамол, тербуталин); короткодействующие антихолинергические препараты (ипратропия бромид, окситропия бромид) [13]. Также используют формотерол (оксис).

Основной группой фармакологических средств для базисной терапии ПБА являются ИГКС, которые показали наибольшую эффективность из всех существующих. Также эффективны комбинированные препараты – (длительнодействующие β_2 -агонисты) (ДДБА). Они обладают высокой селективностью, выраженной противовоспалительной и минимальной минералокортикоидной активностью. При отсутствии контроля симптомов БА на фоне монотерапии ИГКС самым эффективным вариантом следующей ступени терапии является добавление ДДБА к низким дозам ИГКС [10]. Установлено, что такая комбинация более эффективна в контроле симптомов БА, чем увеличение дозы одного ИГКС. Появление комбинированных препаратов, составными компонентами которых являются ИГКС и ДДБА, значительно повысило эффективность лечения БА. Комбинированный препарат в одном ингаляторе более удобен как для больного, так и для врача. Применение комбинированного препарата способствует повышению приверженности к лечению, так как за счет ДДБА пациент быстрее ощущает улучшение дыхания [13].

Наибольший опыт применения и большее количество клинических исследований по эффективности и безопасности режима единого ингалятора имеется в отношении препарата БУД/ФОР (Симбикорт) в порошковом ингаляторе Турбухалер [2]. Этот режим лечения рекомендован GINA, руководствами по БА Европейского респираторного общества, респираторных обществ Великобритании, Канады и Австралии в качестве базисной терапии и терапии по потребности. Целью терапии при помощи единого ингалятора, как и при использовании фиксированных дозировок лекарственных препаратов, является достижение контроля БА. Результаты исследований свидетельствуют о том, что режим SMARTположительно влияет на контроль заболевания, значимо сокращая вероятность развития обострения и минимизируя как общий объем получаемой терапии, так и необходимость применения системных ГКС.

Эксперты GINA отмечают, что режим единого ингалятора с ИГКС/формотеролом является первоочередным выбором у пациентов, которым требуется лечение БА, соответствующее ступени 3-4, и у которых имеется в анамнезе ≥ 1 обострения за последний год [5].

В Клинике профпатологии и гематологии (КПП и Г.) имени В.Я. Шустова Саратовского государственного медицинского университета наблюдается пациентка Н., 68 лет с диагнозом: профессиональная бронхиальная астма аллергическая, тяжелое течение, гормонозависимая форма, стадия обострения. Осложнения: хронический обструктивный бронхит, стадия обострения. Эмфизема легких. Вторичный пневмосклероз. Дыхательная недостаточность II-III степени. Сопутствующие: артериальная гипертензия II степени, риск осложнений III. Предъявляет жалобы на кашель с умеренным количеством вязкой слизистой мокроты, приступы удушья, чувство нехватки воздуха, одышку смешанного характера при физической нагрузке, головную боль в затылочной области, повышение цифр артериального давления до 170 и 100 мм. рт. ст., быструю утомляемость.

В течение 22 лет работала обжигальщицей, формовщицей на заводе «Саратовстройстекло» в контакте с аллергенами, кварцевой пылью, стеклом, огнеупорной глиной, шамотом. Не курит. Отсутствует бытовая аллергия. Считает себя больной с 1998 года, когда впервые стала отмечать кашель, приступы удушья на рабочем месте, одышку смешанного характера, чувство нехватки воздуха, быструю утомляемость. Ежегодно проходила периодические медицинские осмотры, до работы по профессии допускалась. В 1998 году после лечения в пульмонологическом отделении 8 городской больницы г. Саратова была направлена на консультацию в КПП и Г. для определения возможной связи заболевания с профессией. После обследования в том же году в КПП и Г. установлено профессиональное заболевание: профессиональная бронхиальная астма аллергическая, тяжелое течение, гормонозависимая форма. При выписке больной были даны рекомендации: противопоказана работа в контакте с аллергенами, пылью, газами, аэрозолями, токсическими и раздражающими веществами, переохлаждением, тяжелой физической нагрузкой. Показана переквалификация. С 1998 года является инвалидом III группы. Ежегодно проходит переосвидетельствование на МСЭК.

Объективно: на момент осмотра состояние относительно удовлетворительное. Кожные покровы обычной окраски, высыпаний нет. Грудная клетка обычной формы, активна в дыхании. Аускультативно дыхание ослабленное, выслушиваются сухие рассеянные хрипы по всем легочным полям. Частота дыхания (ЧД) 23 в 1 минуту. Коробочный оттенок перкуторного звука над симметричными участками грудной клетки. Бронхофония ослаблена. Артериальное давление (АД) 130 и 80 мм. рт. ст. Тоны сердца приглушены, ритм правильный. Частота сердечных сокращений (ЧСС) 76 в 1 минуту. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Мочеиспускание свободное, безболезненное. Стул регулярный, оформленный, без патологических примесей. При обследовании других органов и систем изменений не выявлено.

Лабораторно-инструментальные данные. В клиническом и биохимическом анализах крови – без существенных отклонений, отмечено лишь повышение эозинофилов крови – 9. В носовом секрете – эозинофилы. При микроскопическом исследовании мокроты: лейкоциты – 10-12 в поле зрения, эозинофилы. Показатели спирометрии: ФЖЕЛ – 65 % от должной; ОФВ₁ – 57 % от должного; ОФВ₁/ФЖЕЛ – 60 %; ПОСВ – 49 %. На рентгенограмме органов грудной клетки: легочный рисунок усилен, легочные поля эмфизематозные, пневмосклероз, патологических теней нет.

В КПП и Г. после тщательно проведенного обследования, пациентке было назначено лечение: будесонид/формотерол 160/4,5 мкг/доза по 1 ингаляции 2 раза в день (утром и вечером), монтелукаст 10 мг внутрь 1 раз в день (вечером), беродуалН 1-2 дозы по требованию, сироп аскорилэксспекторантпо 2 чайные ложки (10 мл) внутрь 3 раза в день, 7 дней. Для коррекции артериальной гипертензии получала валсартан 80 мг внутрь 1 раз в день (утром).

Через две недели от начала лечения пациентка Н. отметила улучшение самочувствия: уменьшился кашель, отделение мокроты отсутствует, приступы удушья и одышка смешанного характера при физической нагрузке беспокоят реже, головная боль купировалась, нормализовались цифры артериального давления до 125 и 80 мм. рт. ст. Средние показатели ПОСВ достигли 58 %.

Таким образом, клиническая картина свидетельствует о положительной динамике течения заболевания при назначении указанной терапии пациентке пожилого возраста, страдающей ПБА.

Список литературы

1. Зайцев А.А. Основы современной фармакотерапии бронхиальной астмы у взрослых / А.А. Зайцев. *Терапия*, 2017. №1. – С. 54-59.
2. Княжеская Н.П. *Терапия Симбикортом в режиме единого ингалятора: что надо знать практикующим врачам* / Н.П. Княжеская. *Инфекционные болезни органов дыхания*, 2017. - № 5. – С. 12-16.
3. Курбачева О.М. Возможно ли улучшение контроля бронхиальной астмы без увеличения доз глюкокортикостероидов / О.М. Курбачева, К.С. Павлова. *Практическая пульмонология*, 2017. - № 2. – С. 14-20.
4. Ненашева Н.М. Персонализированная терапия бронхиальной астмы: реалии и перспективы / Н.М. Ненашева. *Пульмонология и аллергология*, 2013. - № 4. – С. 12-18.
5. Ненашева Н.М. Достижение и поддержание контроля атопической бронхиальной астмы с помощью режима единого ингалятора в реальной клинической практике / Н.М. Ненашева, О.В. Себекина. *Практическая пульмонология*, 2016. - № 2. – С. 3-8.
6. *Клинические рекомендации. Бронхиальная астма*. 2016. Доступно по: <http://spulmo.ru/obrazovatelnye-resursy/federalnye-klinicheskie-rekomendatsii/> Ссылка активна на 20.03.2018.
7. Шелехова Т.В. *Профессиональные заболевания органов дыхания: учеб. пособие* / Т.В. Шелехова, М.Н. Махонько, М.Р. Зайцева. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. мед. ун-та, 2017. – 83 с.

8. *Российская энциклопедия по медицине труда / Гл. редактор Н.Ф. Измеров. – М.: ОАО Изд-во «Медицина», 2005. – 656 с.*

9. *Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению бронхиальной астмы 2016. Доступно: www.pulmonology.ru [Federal clinical recommendations on diagnostics and treatment of asthma 2016. Available at: www.pulmonology.ru (in Russ.)].*

10. *Chuchalin A.G. Chronic respiratory diseases and risk factors in 12 regions of the Russian Federation / A.G. Chuchalin, N. Khaltaev, N.S. Antonov, D.V. Galkin, L.G. Manakov, P. Antonini, M. Murphy, A.G. Solodovnikov, J. Bousquet, M.H. Pereira, I.V. Demko / Int. J. COPD, 2014. Vol. 9. – P. 963 (74).*

11. *Global initiative for asthma. Global strategy for asthma management and prevention. Update 2017. <http://www.ginasthma.org> Accessed August, 7, 2017.*

12. *GINA, 2015 <http://www.ginasthma.org>.*

13. *GINA, 2016 <http://www.ginasthma.org>.*

14. *GINA (Global Initiative for Asthma). Global strategy for asthma management and prevention. NHLBI/WHO workshop report. Bethesda: National Institutes of Health, National Heart Lung and Blood Institute, 2007. – P. 91.*

НАПРАВЛЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ГИДРОФОБНОГО И СПЕЙСЕРНОГО БЛОКОВ КАТИОННЫХ АМФИФИЛОВ НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И ПОЛИАМИНОВ

Н.А. Левина, Ю.Л. Себякин, У.А. Буданова

Московский технологический университет,

Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова,
кафедра химии и технологии биологически активных соединений, медицинской
и органической химии имени Н.А. Преображенского,

г. Москва

Большое влияние на эффективность лекарственного препарата оказывает выбранная система доставки. В данной работе реализован синтез новых катионных амфифилов, которые конъюгированы в комплексы, представляющие собой липосомальную систему доставки лекарственных средств. Липосомы представляют собой разновидность системы доставки лекарств, которая состоит из водного ядра, охваченного одним или несколькими бислоями, состоящими из природных или синтетических липидов [1].

Липофильные лекарственные молекулы встраиваются в липидный бислой, а гидрофильные – в ядро липосомы. В настоящее время разрабатываются направления использования липосомальных систем в генной терапии. Катионные липосомы являются наиболее важными действующими невирусными поликатионными системами, которые с отрицательно заряженными нуклеиновыми кислотами образуют наномерный комплекс – липоплекс [2]. Липоплексы обладают положительным зарядом снаружи, что способствует эффективному проникновению в отрицательно заряженную мембрану клетки.

Катионные липосомы обладают уникальными характеристиками, такими как способность включать гидрофильные и гидрофобные лекарственные средства, низкая токсичность, отсутствие активации иммунной системы и целенаправленная доставка биологически активных соединений в место действия. Катионные липосомы применяются для доставки генов в легкие, в клетки селезенки, почек, печени, сердца, кожи, а также в скелетные мышцы [2]. Надежное производство катионных амфифилов и подготовка водных катионных липосом из катионных амфифилов (для комплексообразования с интересующими генами) технически просты.

Молекулярная структура катионных амфифилов состоит из гидрофобного домена, катионной головной группы и линкерного функционального спейсера, ковалентно связывающего катионную полярную головку с гидрофобным неполярным блоком [3].

В предложенном нами и синтезированном катионном амфифиле (рисунок) полярная головная группа представлена аминокислотой орнитин, спейсерным участком является природный этилендиамин, а в гидрофобном блоке использованы остатки ненасыщенной олеиновой кислоты, что способствует формированию на их основе малотоксичных катионных липосом с высокой эффективностью трансфекции.

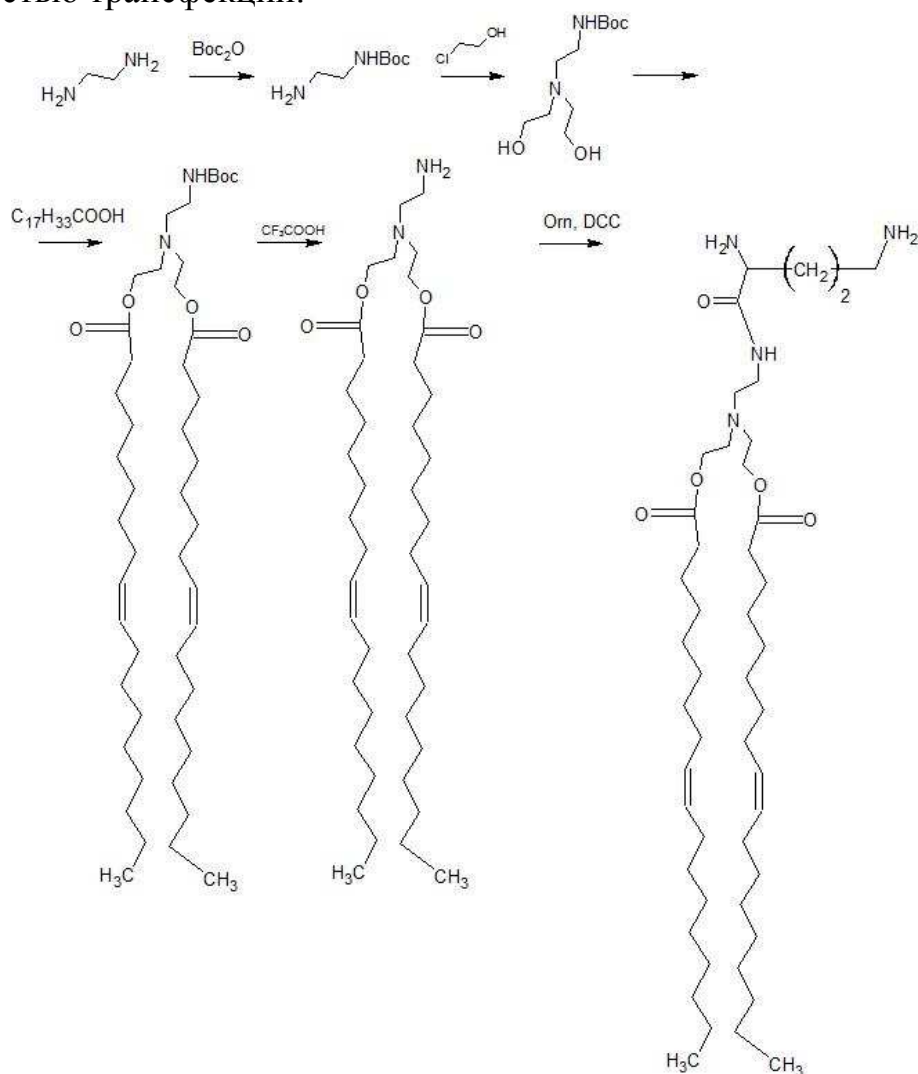


Схема синтеза катионного амфифила

Структура соединений подтверждалась данными ИК- и ЯМР-спектроскопии.

Список литературы

1. *Publications trend of different novel drug delivery systems during 1980-2012: a pilot study using pubmed search tool*, Rana M. F. Sammour, Farah Hamad Farah, and Aliasghar Shahiwala.
2. *Viral and nonviral delivery systems for gene delivery*, Nouri Nayerossadat, Talebi Maedeh, Palizban Abas Ali.
3. *Cationic amphiphiles: promising carriers of genetic materials in gene therapy*, Ramishetti Srinivas, Sanjoy Samanta and Arabinda Chaudhuri.

НОВЫЙ КЕРАСОМООБРАЗУЮЩИЙ ЛИПИД С НЕНАСЫЩЕННЫМИ ФРАГМЕНТАМИ В ГИДРОФОБНОМ БЛОКЕ

З.Г. Дениева, Ю.Л. Себякин, У.А. Буданова
ФГБОУ ВО «Московский технологический университет
(Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова)»,
г. Москва

Создание новых систем доставки лекарственных препаратов является одной из важнейших задач, стоящих перед фармакологией. Важно преодолеть проблемы высокой токсичности и низкой стабильности, присущие для уже существующих транспортных систем.

Наиболее известной и часто используемой системой являются липосомы. Это синтетические бислойные полые везикулы, в которые можно включать как гидрофильные, так и гидрофобные лекарственные препараты. Водорастворимые лекарственные средства встраиваются во внутреннее пространство везикул, а жирорастворимые – в бислойную липидную мембрану [1,2]. Однако их широкое применение ограничивает недостаточная стабильность.

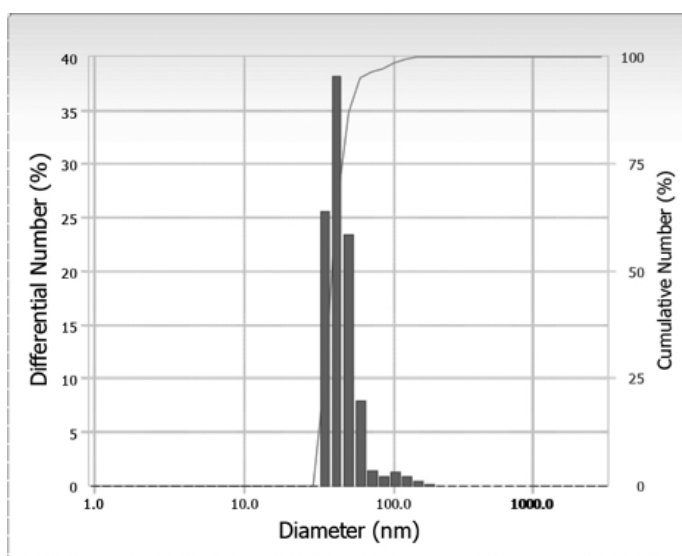
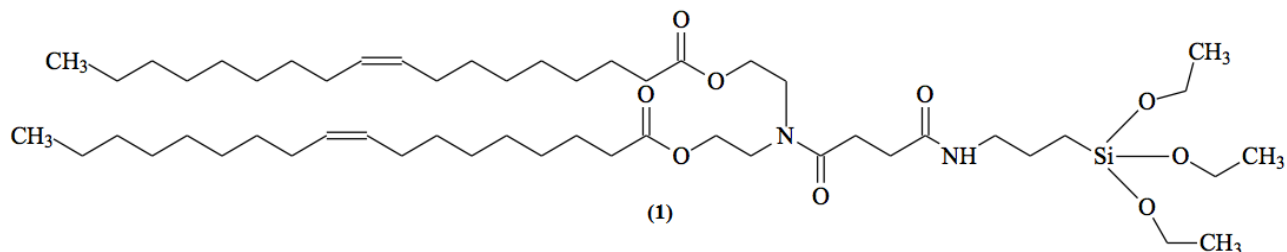
В последние годы предложено создание кремний-органических гибридных конструкций, которые называются керасомами. Они, как и липосомы, состоят из липидного бислоя, но их поверхность модифицирована силоксановой сетью. Силоксановая сеть -Si-O-Si- значительно увеличивает стабильность керасом [3].

Подобные системы уже протестированы как средства доставки противоопухолевых препаратов доксорубицина (DOX) и паклитакселя (PTX), а также важнейшего гормона – инсулина [4].

Целью данного исследования является создание нового керасомообразующего липида (**1**), построенного на основе диэтаноламина, и изучение его физико-химических свойств. В гидрофобном блоке использованы остатки олеиновой кислоты, что должно способствовать снижению токсичности транспортной системы в целом по сравнению с известными образцами [5].

Схема синтеза основана на блочном методе наращивания компонентов липида **1**. Структура полученного соединения подтверждена данными ИК- и ¹H-ЯМР-спектроскопии.

Для создания керасомальной дисперсии использовали метод гидратации тонкой пленки. Гидродинамический диаметр полученных агрегатов составил 90 нм (рисунок), демонстрируя несколько меньшие значения, чем у ранее описанных КОЛ на основе дигексадециламина [6], что, наряду с возможностью инкапсулирования лекарственных средств, является перспективным для дальнейших биохимических исследований.



Гидродинамический диаметр КОЛ (1)

Работа поддержана грантом Российского Фонда Фундаментальных исследований, грант РФФИ № 16-04-01010.

Список литературы

1. Бажутин Н.Б., Золин В.В., Колокольцов А.А., Таргонский С.Н. // *Terramedica*. 2003 Vol. 31 С. 3.
2. Колоскова О.О., Бородин Ю.Г., Буданова У.А., Себякин Ю.Л. // *Биофарм. журн.* 2010 Т. 2 С. 16.
3. Yue X., Jing Y., Dai Z. *Liposomal cerasome: an anohybrid of liposome and silica* // *Asia-Pac. J. Chem. Eng.* 2011. 6. 569 – 574.
4. Jin Y., Li Y., Pan H., Dai Z. // *RSC Adv.* 2014 Vol. 4 P. 42808.
5. Sameti M., Bohr G., Ravi Kumar M. N.V., Kneuer C., Bakowsky U., Nacken M., Schmidt H., Lehr C. *Stabilisation by freeze-drying of cationically modified silica nanoparticles for gene delivery* // *M. Int. J. Pharm.* 2003. 266. 51–60.
6. Kikuchi J., Yasuhara K., Cavrak M. *Cerasomes: A new family of artificial cell membranes with ceramic surface* // *Advances in Biomimetics Croatia. Tech.* 2011. 231 – 50.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ (ВЕРОЯТНОСТНАЯ) МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ И СТЕПЕНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ

Б.В. Берсенадзе, Ю.Л. Матвеев

Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург

Цель настоящей статьи – рассмотреть пути и методы решения основных задач, относящихся к компетентностному подходу в образовании в части оценки достигнутых результатов на основе уровня и степени сформированности компетенций. Авторы видят необходимость раскрыть содержание и постановку рассматриваемых задач и обсудить возможные подходы к их конструктивному решению.

Основная цель педагогического исследования – познать закономерности учебного процесса. Исследователь, изучая тот или иной педагогический процесс или явление, ограничивается, как правило, констатацией отдельных его сторон без какого-либо существенного количественного анализа изучаемого явления. Это и ведет к расплывчатости формулировок и выводов. Вряд ли собственные средства педагогики в состоянии решать актуальные задачи, которые сегодня стоят перед ней в связи переходом на компетентностно-ориентированный подход. Необходим междисциплинарный подход. Системно-структурный подход и математическое моделирование в этом подходе выступает как один из приёмов исследования, облегчающих проникновение в сущность исследуемых явлений педагогики и определение их устойчивых закономерностей

Ограничиваясь объёмом статьи, мы не касаемся важных тем, таких как классификация оценочных средств, анализ результатов оценивания, построение шкал результатов оценивания, критериев и методов их выбора. Тем более, самой актуальной проблеме педагогического измерения как основы получения надежных, валидных и сопоставимых данных о качестве результатов обучения. К основной задаче компетентностно-ориентированного подхода относится определение степени и уровня сформированности компетенций. Качественное решение этой проблемы применим к выявлению уровня сформированности компетенций. Степень же сформированности компетенции является скрытым (латентным) параметром и непосредственно измерен быть не может. Он может быть оценен с определенной вероятностью. Поэтому при его оценивании следует использовать вероятностный подход [3].

Компетенции формируются и развиваются посредством содержания обучения и образовательными технологиями. Решаем проблему оценки в трех основных направлениях, связанных между собой единой логикой исследования: построение моделей (качественных) оценки уровня сформированности компетенции; построение математических моделей оценки степени сформированности компетенции; разработка средств контроля учебной деятельности, оценочного инструментария и процедуры измерений.

Компетенции формируются и развиваются посредством содержания обучения и образовательными технологиями. Решаем проблему оценки в трех основных направлениях, связанных между собой единой логикой исследования: построение моделей (качественных) оценки уровня сформированности компетенции; построение математических моделей оценки степени сформированности компетенции; разработка средств контроля учебной деятельности, оценочного инструментария и процедуры измерений.

В этой статье определим один из возможных вариантов построения математической модели оценки степени сформированности компетенции. Математический подход к описанию учебного процесса требует использование объективно фиксируемые данные. Такими данными являются результаты учебно-познавательной деятельности. Если записать все познавательные действия, которые осуществляются обучаемым для сформированности компетенции в заданной области на заданном уровне и степени, то мы получаем последовательность результатов действий. При этом особое значение принимают конечные или промежуточные результаты. В качестве способа выявления результатов выступает контроль, который является необходимым компонентом управления непосредственно процессом обучения. Следует иметь в виду замечание П. Фресса о том, что «...наблюдению, по-настоящему доступны только экстерниоризационные действия, имеющие вербальную или двигательную основу. Мы наблюдаем не интеллект, а то, как испытуемые решают задачи...» [6, с.111]. Применительно к контролю знаний и умений обучаемого, это означает, что мы наблюдаем лишь внешнюю деятельность обучаемого в различных формах (материальной или речевой) – это то единственное, что мы можем наблюдать, измерять и фиксировать.

Разработка критериев и параметров оценки обучения и дидактического инструментария для создания математических моделей построения оценок (комплект тестов, контролирующих программ, комплекс нестандартных задач, контрольных работ, творческих заданий и т.д.) осуществляется на основе отбора, оптимизация и структурирование содержания учебного материала. Очень важный момент здесь – оптимизация понятийного аппарата учебного материала. Учебный материал представляет собой сложную педагогическую систему, обладающую определенной структурой. Её можно описать через указание составляющих элементов и связей между ними. От того, насколько логически полно структурирован учебный материал, настолько эффективно можно конструировать дидактический диагностирующий инструментарий и построить критерий оценки степени сформированности компетенции. В настоящее время разработаны методики, позволяющие построить модель структуры учебного предмета. Зная структуру учебного материала, можно создать оптимальную систему заданий, отвечающих заранее выдвинутым требованиям, сформулированным в компетенции.

Диагностику уровня сформированности компетенций целесообразно проводить с помощью диагностических тестов. По первому признаку все тестовые шкалы можно подразделить на простые и дифференциальные. При простом шкалировании всем вопросам теста приписывается одинаковое

значение. Мера успешности выполнения теста образуется простым суммированием числа правильных ответов (с поправкой на угадывание для тестов с множественным выбором ответа). При дифференциальном шкалировании каждому ответу или вопросу приписывается определенное скалярное значение, которое выражается на континууме измеряемого психического свойства как отметки его уровня. Характер получаемой при этом шкалы измерений зависит от того: 1) как формируется критерий меры успешности выполнения теста испытуемым; 2) как формируется критерий упорядочения испытуемых в зависимости от меры успешности выполнения ими теста; 3) какие виды преобразований используются для числового выражения положения испытуемого «на шкале» оценки измеряемых его свойств. Инструментарий исследования – линейный тест оценки аналитического уровня деятельности. Следует использовать вопросы с закрытой, т.е. регламентированной формой ответа. Ответы обучаемого «ДА» или «НЕТ» в модели трансформируется в «ПРАВИЛЬНЫЙ» или «НЕПРАВИЛЬНЫЙ». Для описания последовательности действий обучаемого более всего подходит конечная цепь Маркова с поглощающими состояниями [4]. Для подобных случаев матрица вероятностей перехода будет

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ a & 1 - a \end{pmatrix}.$$

Задание матрицы перехода не полностью описывает последовательность действий. Необходима также информация о начальном состоянии. Эта информация может быть задана начальной вероятностью или распределением вероятностей. Обозначим через p вероятность наступления события E при первом контроле и через $q=1-p$ вероятность события \bar{E} . Вероятность наступления события E при $k+1$ -ом контроле, если оно имело место при k -ом контроле, равна единице; вероятность же события E при $k+1$ -м контроле, если известно, что при k -ом шаге контроля наступило событие \bar{E} , равна a .

При конструировании оценочных средств (разработка и подбор заданий в соответствии со структурой компетенций и содержательной областью диагностики) учитывалось легкость фиксации результатов и требование упрощений для построенной модели. Особенностью разрабатываемой вероятностной модели (её подробное описание и построение в работах [2], [7], [1]) является то, что в качестве вероятности перехода от «НЕПРАВИЛЬНОГО» ответа к «ПРАВИЛЬНОМУ» принимается вероятность $\alpha = T(p)$, где T – оператор обучения. Прежде всего, оператор T - преобразователь вероятностей состояния. Рассмотрим представления оператора обучения с указанием неподвижной точки ([6], [4], [2]):

$$T(p) = \alpha p + (1 - \alpha)\lambda, \quad \begin{matrix} 0 < \alpha < 1 \\ 0 \leq \lambda \leq 1, \end{matrix}$$

где λ показывает желаемую меру обученности. Если считать, что предельное значение вероятности равно единице, то есть $\lambda=1$, тогда T примет вид $T(p) = \alpha p + (1 - \alpha)$.

С точки зрения организации обучения представляет интерес выяснения распределения неправильных ответов. Если S – случайная величина, представ-

ляющая полное число неправильных ответов, то распределение вероятностей S , т.е. вероятности, с которой S принимает каждое из своих возможных значений, можно определить по формуле

$$P(S \leq k) = 1 - (1 - \alpha q)^k, \text{ или } P(S > k) = (1 - \alpha q)^k.$$

В этой формуле: S – случайная величина, представляющая суммарное число ошибочных действий обучаемого; $P(S \leq k)$ – вероятность того, что случайная величина S примет значение, меньше чем k , где $k \leq N$ – натуральное число; α – параметр модели (скорость обучения), $0 < \alpha < 1$; q – вероятность неправильного ответа на первом этапе контроля.

Величину $P(S \leq k)$ (или $P(S > k)$) примем в качестве критерия оценки степени сформированности компетенции. $K_{эф} = P(S \leq k)$ – объективная количественная мера критерия эффективности для оценки степени сформированности компетенции в содержательном отношении удовлетворяющая всем требованиям, предъявляемым к критерию: адекватен измеряемым параметрам; выражается однозначно числом; прост, т.е. допускает простейшие способы измерения. Математическая модель оценки степени сформированности компетенции получена впервые и требует экспериментальной проверки. Нельзя умалчивать и такую важную проблему – проблему границ применимости математических методов в решении этой задачи. Определенные трудности связаны с проверкой валидности диагностического инструментария. При хорошо структурированном учебном материале, обойти эти трудности позволяет корректное применение математико-статистических методов экспертных оценок.

С системной точки зрения организация учебно-познавательной деятельности в нашем подходе имеет следующую структуру:

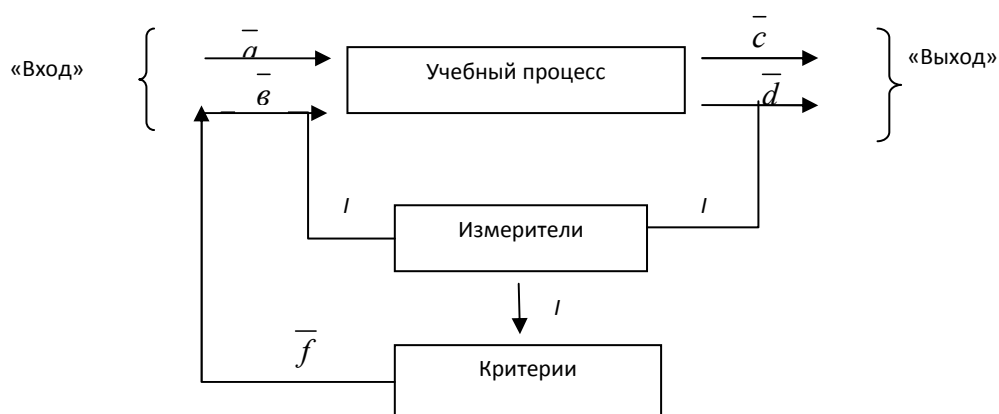


Схема организации учебно-познавательной деятельности

Рассматривая учебный процесс как объект управления, можно выделить такие элементы этой структуры: \bar{a} – входные нерегулируемые факторы, не поддающиеся воздействию в рамках данного процесса; \bar{b} – входные регулируемые факторы, поддающиеся воздействию в пределах данного процесса; \bar{c} – выходные факторы, информация о которых не фиксируются в

данном процессе; \bar{d} – выходные факторы, информация о которых фиксируются в данном процессе; \bar{f} – управляющие воздействия; I – информация о процессе.

Для определения полученных знаний, умений и навыков необходимо иметь критерии и способ контроля конечного результата деятельности – измерители. Результаты измерений сравниваются с заданными критериями, и на этой основе определяется управляющее воздействие по корректировке обучения. Формализуя приведенные соображения по определению цели и критерию, математически степень сформированности компетенции характеризуется достигаемым значением функционала $K=K(\bar{a}, \bar{b}, \bar{d})$, именуемого критерием эффективности. Цель обучения математически означает стремление к увеличению или уменьшению величины критерия эффективности K . Функционал K устанавливает связь между входными и выходными факторами учебного процесса, а его аналитический вид должен получаться из математической модели. Таким образом, выведенные нами из вероятностной модели формулы для $P(S \leq k)$ и $P(S > k)$, устанавливающие зависимость между числом ошибочных ответов, достаточной учебной вероятностью и скоростью обучения, являются математическим выражением функционала K . И их используем для оценки степени сформированности компетенции, т.е. степенью сформированности компетенции называется значение критерия эффективности

$$K_{\text{эф}} = P(S \leq k) = 1 - (1 - \alpha q)^k.$$

Определить степень сформированности компетенции – это значит вычислить значение $K_{\text{эф}}$. Компетенция считается сформированной, если $K_{\text{эф}} > 0,6$, где $P_{\text{дос}} = 0,6$ – достаточная вероятность, определенная из закона достаточной вероятности Й. Лингарта [5]. Таким образом, построенная модель позволит получить решение задачи об объективном измерении степени сформированности компетенции. Более того, такая методика определения степени включает в себе принципиально новый подход – критерий $K_{\text{эф}} = P(S \leq k)$, который определяет не только степень сформированности компетенции по конечным результатам, но и раскрывает динамику их становления. Это позволяет находить \bar{f} – управляющие воздействия на организацию учебного процесса с целью роста степени сформированности компетенции.

Для экспериментальной проверки модели и ее следствий найдены математические зависимости параметров α и q на основе максимума правдоподобия. В качестве оценок параметров α и q использованы две статистики. Статистика Z , являющаяся суммой общего количества правильных ответов до последней ошибки и статистика M , показывающая общее количество неправильных ответов.

Математические зависимости для оценок параметров α и q будут такими:

$$q' = M / (M + Z), \quad \alpha' = N / (Mq'),$$

где N – число обучаемых, " ' " – знак оценки.

Значение этих оценок позволяет получить экспериментальные кривые распределения числа ошибок $P(S=k)$ или $P(S \leq k)$. Подставив значения α' и q' в общую математическую модель, можно прогнозировать ход обучения на каждом этапе, определить динамику степени сформированности компетенции.

Математическая модель оценки степени сформированности компетенции получена впервые и требует экспериментальной проверки.

Список литературы

1. Берсенадзе Б.В., Матвеев Ю.Л. Математическая модель оценки степени сформированности компетенции / Б.В. Берсенадзе, Ю.Л. Матвеев - Сборник материалов форума экспертов в сфере профессионального образования «Новые технологии оценки качества образования». – М., 2016.
2. Буш Р.Р., Мостеллер Ф. Стохастические модели обучаемости / Р.Р. Буш, Ф. Мостеллер - М.: Физматгиз, 1962.
3. Елисеев И.Н. Экспертиза качества тестов по электротехническим дисциплинам / И.Н. Елисеев - Известия высших учебных заведений. Электро-механика. – 2011, №2. - С. 75-80.
4. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова / Дж.Кемени, Дж. Снелл. - М.: Наука, 1970.
5. Лингарт И. Процесс и структура человеческого учения / И. Лингарт - М.: Прогресс, 1970.
6. Фресс П., Пиаже Ж. Экспериментальная психология / П.Фресс , Ж. Пиаже. - М.: Прогресс, 1966.
7. Bush R.R. and Mosteller F. A mathematical model for simple learning / R.R. Bush and F. Mosteller - Psychol. Rev. 58, 1951. - P. 313-323.

ЙОДОМЕТРИЯ

Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
г. Чебоксары

Среди химических наук особое место занимает аналитическая химия, проникающая во все области человеческой деятельности. Задачей аналитической химии является разработка методов определения состава всевозможных объектов, встречающихся в природе или изготовленных искусственным путем. Лабораторным способом синтезирована медная соль пара-аминобензойной кислоты (ПАБК), изучены ее физико-химические свойства [1,2]. Для количественного определения содержания меди в соли ПАБК использовали йодометрический и комплексонометрический методы. Одной из важнейших областей применения йодометрии является титриметрическое определение меди, широко используемое при анализе сплавов, руд и других объектов. Это определение основано на реакции: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2$. Точное титрование повторяли 5-6 раз и из сходящихся результатов брали среднее. Содержание меди (г) в исследуемом веществе вычисляли по формуле:

$$m(\text{Cu}^{2+}) = C_3(\text{Cu}^{2+}) \cdot M_3(\text{Cu}^{2+}) \cdot V(\text{Cu}^{2+})$$

Высокая точность йодометрии обусловлена применением специфического, чувствительного индикатора – крахмала. Особенность его применения как индикатора заключается в том, что его

добавляют в конце титрования когда концентрация йода в пробе мала и раствор имеет соломенно-желтую окраску. В присутствии крахмала раствор приобретает синюю окраску и титрование продолжают до обесцвечивания раствора. Для оценки достоверности полученных результатов использовали комплексонометрическое титрование. Результаты определения меди в соли ПАБК представлены в таблице.

Определение меди в медной соли ПАБК (%) (n=5, p=0,95)

Название препарата	Йодометрический метод		Комплексонометрический метод	
	$\bar{X} \pm \Delta X$	S _r , %	$\bar{X} \pm \Delta X$	S _r , %
Медная соль ПАБК	13,08 ± 0,1634	1,20	11,58 ± 0,081	0,70

Из данных, приведенных в таблице, следует, что предполагаемые способы определения меди в соли ПАБК характеризуются достаточной точностью и хорошей воспроизводимостью результатов, просты в исполнении, не требуют дорогостоящего оформления. Могут быть использованы и для контроля и других металлов на органической основе, например, абиетата меди. Медные соли пара-аминобензойной и абиетиновой кислот синтезированы и изучены их физико-химические, биологические свойства в лаборатории СКБ «Сувар» студентами 2 курса химико-фармацевтического факультета [3,4,5,6,7].

Список литературы

1. Заживихина Е.И., Смирнова С.Н., Маркова С.А. Синтез и биологическая роль препаратов меди // Актуальные вопросы фармацевтики и фармацевтического образования в России: сб. материалов Всерос. конф. с междунар. участием. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2013. - С. 25.
2. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Синтез медной соли ПАБК // Современные проблемы экологии: доклады XVII Междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2017. – С. 110-111.
3. Трemasов П.И., Заживихина Е.И., Маркова С.А., Ситулина И.Г., Киселев И.М. Применение некоторых абиетатов металлов для повышения продуктивности в сельском хозяйстве // Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 1997. –С.229-231.
4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Применение биологически активных веществ на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // Химико-лесной комплекс – научное кадровое обеспечение в XXI веке. Проблемы и решения. Междунар. науч.-практич. конф. Сборник статей по материалам конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 287-289.
5. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской

науч.-практич. конф. по химии. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 2002. - С. 84-85.

6. Заживихина Е.И. Синтез и исследование биологически активных препаратов (макро-, микро-, ультраэлементов) на основе терпеноидов / Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин // Научно-практическая Республиканская конференция «Наука в развитии села». – Чебоксары: Изд-во ЧувГСХА, 2009. – С. 77-80.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Смирнова С.Н. Количественные методы определения элементов // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XX междунар. научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2016. - С. 77-80.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

О.В. Кушнарёва
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
г. Пермь

Современные тенденции государственной политики, направленные на переход к риск-ориентированной модели обеспечения безопасности, требуют модернизации педагогических подходов и в профессиональном образовании, в том числе педагогических методов, технологий, позволяющих формировать риск-ориентированное мышление обучающихся, основывающееся на принципах системного подхода[1].

В общем понимании, перед системой высшего технического образования поставлена задача подготовки специалистов, не только эффективно реагирующих на постоянное изменение технологий, увеличение информации, что само по себе увеличивает рискогенность производственных систем, но и умеющих воспроизводить новые знания, на основе имеющегося целостного объемного представления о мире (о природных, производственных, социальных системах в отдельности и во взаимодействии), путем интеграции знаний, накопленных разными науками, умения рассматривать их и применять как комплекс, как систему, творчески подходить к решению сложных технических задач, связанных с высоким уровнем риска.

В настоящее время понятие «риск-ориентированное мышление» упоминается довольно редко, это можно объяснить тем, что теоретическая база риск-ориентированного подхода еще не сформирована. В соответствии с Приказом Минобрнауки РФ от 14.12.2009 N 723 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность», риск-ориентированное мышление студентов –

способность анализировать причины происходящих явлений и процессов, выявлять закономерности, их порождающие, и, используя полученные знания, на основе системного подхода, находить решение в нестандартных ситуациях, когда нет готовых способов действия.

В настоящее время, в ряде научно-исследовательских работ по педагогике встречается термин риск-мышление. Так, например, Е.В. Муравьева и В.Л. Романовский утверждают, что с учётом симбиоза понятия «риск» и понятия «мышление», критерием развитого риск-мышления будет способность анализировать наибольшее количество возможных вариантов в единицу времени и выбор варианта, приводящего к наименее неблагоприятным последствиям [2],

Прокофьева Е.Н. считает, что риск - мышление способствует развитию смысленности, формирует способность для проведения анализа и диагностики возникшей ситуации. Риск-мышление при принятии решений необходимо и оправдано, когда ситуация меняется быстро и непредсказуемо, когда нет времени для учета всех обстоятельств [3].

Александров А.А. и Девисилов В.А. риск-мышление понимают, как процесс отражения объективной реальности в умозаключениях понятиях теориях суждениях, в которых опасность и риск как объективный фактор жизни оценивается и анализируется [4].

На основе принятых нормативных документов и исследований российских ученых, считаем достаточно научно обоснованным следующее понимание риск-ориентированного мышления – это способность индивида определять ситуацию с позиции риска, идентифицировать, анализировать и оценивать риск, выявлять закономерности, его порождающие, и, используя полученные знания, на основе системного подхода, обеспечивать безопасность человека, в том числе в нестандартных ситуациях, когда нет готовых технических решений и способов действия.

В нашем исследовании, «формирование» понимается нами, как целенаправленный (цель – формирование риск-ориентированного мышления), управляемый (с помощью разработанной педагогической технологии) педагогический процесс становления личности обучающегося, включающий в себя воспитание, обучение, психическое и интеллектуальное развитие.

Следовательно, формирование риск-ориентированного мышления обучающихся представляет собой процесс воспитания, обучения и развития, направленный на закрепление ценностей, усвоение знаний, умений и навыков идентификации, анализа и управления факторами риска, на понимание и принятие ответственности за принимаемые решения, а также на выработку потребности в непрерывном развитии.

Ценность выработанного определения состоит в том, что оно позволило выявить глубинные специфические особенности педагогической технологии формирования риск-ориентированного мышления обучающихся.

В результате, в данном исследовании, педагогическая технология формирования риск-ориентированного мышления обучающихся понимается как проектирование и воспроизводство педагогических действий, направленных на достижение цели профессионального образования – формирование риск-

ориентированного мышления обучающихся, результатом которого являются приобретенные знания о социальном, экологическом и техногенном риске, готовность к предотвращению опасных ситуаций на основе ценностной ориентации на обеспечение безопасности человека[5].

Учитывая, что учебная нагрузка дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» планомерно сокращается, а также тот факт, что введение новой дисциплины подобного направления в учебный план сопряжено с большими трудностями, нами была разработана универсальная (адаптивная) педагогическая технология формирования риск-ориентированного мышления обучающихся. Для ее реализации используются компетентностно связанные, взаимодополняющие дисциплины. Учебный материал дисциплин разбивается на три модуля: 1. Идентификация риска; 2. Оценка риска; 3. Прогнозирование и управление факторами риска. При этом, содержание дисциплин остается прежним, разработанная технология меняет структуру процесса обучения, вносит необходимый теоретический и практический учебный материал по идентификации, оценке, прогнозированию и управлению рисками (в области промышленной безопасности, охраны труда, экологии), активизирует учебный процесс с помощью практико-ориентированного подхода, использует метод проектирования в виде маршрутного задания, которое выполняется на всем протяжении изучения дисциплин.

Таким образом, при помощи сконструированной педагогической технологии педагог может наиболее гармонично построить педагогический процесс, осуществить выбор дисциплин, в рамках которых будет наиболее эффективно осуществлено внедрение технологии и получен необходимый результат, определить формы и методы обучения и воспитания, средства диагностики; снизить роль субъективного фактора (предвзятость или предрасположенность преподавателя) при проведении контроля; больше внимания уделять вопросам воспитания, индивидуального и личностного развития обучающихся.

Список литературы

1. Кушнарёва О.В. *Риск-ориентированное мышление студентов технического вуза как условие современного профессионального образования // Наука сегодня: вызовы и решения. Материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 31 января 2018 г.: в 2 частях. Часть 2. – Вологда: ООО «Маркер», 2018. – 176 с. ISBN 978-5-906850-98-0*

2. Муравьёва Е.В. *Диверсионный анализ в формировании риск-мышления у специалистов в области безопасности / Е.В. Муравьёва, В.Л. Романовский // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010. - Т. 12. - № 1-9. - С. 2306-2308.*

3. Прокофьева Е.Н. *Характеристика безопасности и риска: аспекты понимания / Е.Н. Прокофьева // Казанский педагогический журнал. - 2015. - № 1(108). - С. 71-76.*

4. Александров А.А., Девисилов В.А. *Концептуально-дидактические основания образования в области безопасности // Экологическое образование и*

охрана окружающей среды. Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ. -2014. - С. 9-25.

5. Irina G. Dolinina, Oksana V. Kushnaryova Forming occupational safety culture on the basis of development of students' risk-focused intellection. International Journal of Environmental & Science Education (IJESE) 2016, vol. 11, no. 14, pp. 6322-6334.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ТВЕРДЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАНОЛ

Т.А. Болотникова, О.И. Болотникова, А.И. Гинак
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

Экономический рост в России сопровождается увеличением потребительского спроса на продовольственные и промышленные товары. Лишь одна среднестатистическая семья из четырех человек выбрасывает за год около 300 килограммов разного рода мусора, в том числе порядка 100 килограммов макулатуры, а также упаковочных материалов [1]. Мусорные полигоны уже занимают площади около четырех миллионов гектаров, что почти сравнимо с площадью таких государств, как Нидерланды или Швейцария [2]. Традиционный способ уничтожения мусора путем сжигания в печах и закрытых камерах вреден для окружающей среды [1]. Поэтому разработка безопасных технологий утилизации целлюлозосодержащих фракций бытового мусора является одной из актуальных задач государственной политики РФ в области экологии и рационального природопользования. Для этой цели обсуждается применение микроорганизмов, сбраживающих D-глюкозу - основной структурный компонент целлюлозы. Технический этанол широко используют как растворитель, экстрагент и антифриз, а также в качестве сырья для производства смазочных материалов, клеев, моющих средств, пластификаторов, взрывчатых веществ, синтетических волокон [3]. В условиях истощения запасов нефти и каменного угля этанол рассматривают как наиболее экологически-безопасный источник биотоплива для двигателей внутреннего сгорания [4]. Однако энзиматическая конверсия целлюлозосодержащих фракций бытового мусора в глюкозосодержащие субстраты для роста микробных штаммов требует значительных финансовых затрат.

Оптимизация этого процесса может быть достигнута за счет использования минеральных кислот. Еще в СССР были разработаны и успешно внедрены в промышленность методы кислотной деструкции древесины, снижающие

техногенное давление на окружающую среду [5]. Основные достоинства кислотного гидролиза – незначительный временной интервал обработки растительного сырья и достаточно высокий процент разрыва β -1,4-гликозидных связей между остатками глюкозы в макромолекулах целлюлозы. Удаление токсических примесей (фурфурола, оксиметилфурфурола, летучих органических кислот, веществ лигнофуранового комплекса), образующихся в процессе кислотного гидролиза, может быть достигнуто различными методами: вакуум-ректификацией, нейтрализацией, десорбцией летучих примесей, окислением нелетучих примесей кислородом воздуха. [6].

Для проведения эксперимента из придомового мусорного контейнера отобрали бумагу и картон в количествах по 1 кг каждого образца. Их гидролиз осуществляли 30 и 70 % H_2SO_4 в два этапа при температуре 40 °С. К концу 4 часа волокнистая составляющая твердых бытовых отходов на 95 % была превращена в глюкозосодержащий раствор при гидромодуле 8,7. После нейтрализации известковым молоком и вакуум ректификации (+80 °С, давление вверху колонны 0,7 МПа) полученный раствор в течение 60 мин непрерывно продували воздухом до конечного значения pH=4,8. Полученный таким образом кубовый продукт охлаждали до температуры +40 °С, разводили водопроводной водой до концентрации редуцирующих веществ (RV) 10-13 г/л, вносили питательные соли (0,02 % $(NH_4)_2SO_4$ и 0,01 % $(CaH_2PO_4)_2 \times H_2O + 2CaSO_4 \times 2H_2O$) и сбраживали штаммом *Saccharomyces cerevisiae* «Омские» (Коллекция промышленных микроорганизмов, ВНИИГидролиз, г. С-Петербург) в течение 24 часов при температуре +30-32 °С. К концу процесса ферментации концентрация RV в сусле составляла 2,5 %. Фракционную разгонку спиртосодержащей бражки проводили на перегонной установке с дефлегматором (200 мм). Спирт-сырец очищали в эпорационной колонне для отделения эфирно-альдегидной фракции. Экономический выход спирта составил 52 мл/кг (бумага) и 34 мл/кг (картон). Качественный и количественный анализ позволяют заключить, что масштабирование рассмотренного выше экспериментального процесса увеличит выход этанола-ректификата до 150 л на тонну абсолютно сухого целлюлозосодержащего бытового мусора, что соответствует стандарту гидролизного производства спирта из древесины [7].

Список литературы

1. Косолапов Н.А. Внедрение систем переработки промышленных и бытовых отходов, как фактор обеспечения экономической безопасности региона на примере Ленинградской области // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 26. – С. 576–580.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году».-<http://194.87.66.197/gosdoklad-eco-2016>.
3. Государственный стандарт Российской Федерации. Спирт этиловый технический синтетический ректифицированный и денатурированный. Технические условия. <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51999-2002>.

4. *Использование этилового спирта в качестве компонента автомобильного бензина. Анализ нормативной документации. Аналитический портал химической промышленности. - <http://newchemistry.ru/letter.php>.*

5. *Корольков И.И. Перколяционный гидролиз растительного сырья. - М.: Лесная пром-ть, 1990. - 271 с.*

6. *Кожурова М.В., Дмитриенко Л.В., Дмитриев Е.Е. и др. Зависимость выхода кормовых дрожжей от различных сочетаний приемов подготовки гидролизатов // Гидролизная и лесохимическая пром-ть. – 1987. – Т.5. – С. 7-8.*

7. *Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. - М.: Лесная пром-ть, 1989. - 496 с.*

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

И.А. Кабанова, Е.В. Безфамильная
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ»МЭИ» в г. Смоленске,
г. Смоленск

При создании комфортной рабочей обстановки для человека важной составляющей является поддержание микроклимата в помещении. Комфортный микроклимат создается при определенном сочетании параметров окружающей среды: температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Так же учитываются содержания в воздухе пыли, токсичных паров, газов, аэрозолей. Для создания и поддержания комфортных условий работы используются такие энергетические системы, как отопление, вентиляция и кондиционирование. Работа данных систем сопряжена со значительными затратами теплоты, электроэнергии, воды и холода.

В настоящее время в холодный период года в современных зданиях расходуется от 25 % до 50 % тепла на нагрев приточного воздуха [1], в связи с чем вопросы энергосбережения для данных систем являются весьма актуальными.

Наиболее простым, доступным и дешевым способом утилизации теплоты вентиляционных выбросов является рециркуляция воздуха, осуществление которой возможно по двум вариантам: система с рециркуляцией при смешении до калорифера и система с рециркуляцией после калорифера. Основное преимущество первой системы в том, что она позволяет, закрыв клапан наружного воздуха, осуществлять 100 % рециркуляцию, используя вентиляционную систему в режиме воздушного отопления. Применение второй системы осуществляется в том случае, когда непосредственное смешивание наружного воздуха и рециркуляционного приводит к выпадению конденсата.

При некотором усложнении системы можно избежать образования конденсата, сохранив возможность работы системы в режиме 100 % рециркуляции. Для этого используют смешанный вариант рециркуляции с

двухступенчатым нагревом воздуха: предварительный подогрев наружного воздуха (1-й подогрев) и окончательный нагрев смеси (2-й подогрев).

В рамках исследовательской работы был выполнен анализ эффективности работы систем вентиляции с рециркуляцией воздуха при изменении количества рециркуляционного воздуха и параметров наружного воздуха. В качестве объекта исследования принято общественное здание с требуемым воздухообменом $G=18250$ кг/ч при параметрах наружного воздуха: $t_n = -25$ °С, $\phi_n = 86$ %, воздуха внутри помещений $t_b = 20$ °С.

В результате расчетов было отмечено, что затраты теплоты на подогрев воздуха по предложенным двум вариантам практически одинаковы с расхождением до 1 % и дают значительный эффект в экономии теплоты: при проценте рециркуляции равном 67 % экономия составляет 70 % по сравнению с прямоточной системой вентиляции. Ограничения на допустимую величину рециркуляции воздуха могут быть наложены производственными условиями и требованиями по количеству свежего воздуха на одно рабочее место.

В процессе работы по схеме смешения воздуха до калорифера параметры точки смешения в значительной степени зависят от параметров наружного воздуха и влажности воздуха внутри помещения. Так для помещений с высокой степенью влажности, например, $\phi = 60$ % и выше, что характерно, например, для бассейнов, данный вариант неприемлем, т.к. относительная влажность смеси может оказаться больше $\phi = 100$ %. Это приведет к выпадению конденсата и его дальнейшему замерзанию на стенках смесительной камеры.

Для предотвращения появления конденсата в помещениях с большим влагосодержанием воздушной смеси возможно применение рециркуляции двумя способами. В первом наружный воздух сначала подогревается до требуемой температуры, затем используется рециркуляция для увлажнения воздуха. Во втором случае применяется рециркуляция после подогрева воздуха до такой температуры, чтобы прямая, описывающая процесс рециркуляции не пересекала кривую $\phi = 100$ %, иначе необходимо предусматривать отвод конденсата, а после рециркуляции воздух дополнительно подогревается до температуры притока.

При рассмотрении вопроса рециркуляции воздуха в плавательных бассейнах в качестве объекта исследования был рассмотрен плавательный бассейн по климатическим параметрам г. Смоленска. Предварительный расчет позволил определить расход приточного воздуха в количестве 43971 м³/ч, который отвечает минимально необходимому расходу приточного воздуха[2].

Экономия тепла в первом случае: $Q_{p1} = 363$ кВт. Расход тепла на подогрев воздуха до параметров приточного составил: $Q_{31} = 639$ кВт.

Во втором случае экономия теплоты: $Q_{p2} = 706$ кВт. Затраты на подогрев воздуха будут включать в себя затраты на подогрев воздуха до его смешения и его догрев после рециркуляции: $Q_{32} = 285$ кВт.

Таким образом, применение второго варианта системы вентиляции с рециркуляцией для бассейна позволяет экономить до 50 % теплоты, но при этом требуются большие капитальные затраты на реализацию проекта.

Сократить затраты на подогрев наружного воздуха за счет применения рециркуляции получатся только частично и не для всех объектов. Снижение

энергопотребления системами вентиляции возможно также за счет использования теплоты вентиляционных выбросов в утилизационных рекуперативных или регенеративных теплообменных аппаратах.

Список литературы

1. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперия. – М.: Евроклимат, 2001.- 416 с.
2. Антонов П.П. Методика расчета микроклимата в помещениях плавательных бассейнов. - М.: «Мир климата», спецвыпуск «Проектировщику», 2010. - 32 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ДЛЯ БЛОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА

А.В. Марков, Ю.П. Юленец

Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет),
г. Санкт-Петербург

В работах [1, 2] показана эффективность реактора дисковой формы (цилиндр большого диаметра и малой высоты) с неподвижным слоем реакционной смеси для блочной полимеризации изопрена. Из-за очень больших значений вязкости реакционной среды применение в данном процессе каких-либо перемешивающих устройств оказывается невозможным. Реактор выполнен внутри (в теле) охлаждаемой проточной водой технологической платформы. Заданная производительность полимеризатора обеспечивается установкой на технологической платформе необходимого числа малообъемных реакторов. Математическая модель процесса в реакторе должна описывать распределение температуры и распределение конверсии по высоте слоя и учитывать теплообмен между реакционной средой и хладагентом.

Будем считать, что константа скорости реакции зависит от температуры по закону Аррениуса, а предэкспоненциальный множитель от температуры не зависит:

$$v = z \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (1)$$

где v – константа скорости реакции; E – энергия активации процесса полимеризации; R – универсальная газовая постоянная; z – предэкспоненциальный множитель.

Примем также, что теплопроводность стенки реактора бесконечно велика и что физические свойства реакционной смеси остаются неизменными. Теплообмен в реакционном объеме осуществляется по механизму теплопроводности. С учетом сделанных допущений можно записать уравнения

для изменения во времени локальной температуры и локальной конверсии (степени превращения мономера в полимер):

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + Qz \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)(1-U)[M]_0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = z \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)(1-U), \quad (3)$$

с краевыми условиями:

$$T|_{\tau=0} = T_0, \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=x_0} = \alpha (T|_{x=x_0} - T_R), \quad \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0, \quad U|_{\tau=0} = 0. \quad (4)$$

В системе уравнений (2) – (4) обозначено: T , T_0 – соответственно локальная и начальная температуры реакционной смеси; T_R – температура хладагента (охлаждающей воды); x – текущая по высоте слоя координата; x_0 – высота слоя реакционной смеси; c_p , ρ , λ – соответственно удельная теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности реакционной смеси; Q – удельная теплота полимеризации; α – коэффициент теплоотдачи от воды к стенке реактора; τ – время; U – конверсия мономера: $U = \frac{[M]_0 - [M]}{[M]_0}$; $[M]_0$, $[M]$ – соответственно начальная и текущая концентрации изопрена в реакционной смеси.

Система уравнений (2) – (4) решалась численно методом конечных разностей при следующих значениях свойств реакционной смеси изопрен-каталитическая система на основе бис-(2-этилгексил) фосфата неодима [Nd] и кинетических параметров: $c_p = 2,25$ кДж/(кг·К), $\rho = 680$ кг/м³, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К), $Q = 74,8$ кДж/моль, $[M]_0 = 10$ моль/л, $R = 8,314$ Дж/(моль·К), $z = 1,209$ 1/с, $E = 20,67$ кДж/моль, соотношение мономер-катализатор в смеси: $[C_5H_8]/[Nd] = 20000 \div 40000$ ($[Nd] = (2,0 \div 4,0) \cdot 10^{-4}$ моль/л). Коэффициент теплоотдачи вычислен из условия обеспечения эффективного отвода тепла из объема реактора ($D = 0,3$ м, $h = x_0 = 3$ мм) и составил: $\alpha = 1500$ Вт/(м²·К); расход воды в рубашке технологической платформы: $V_R = 0,26 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

На рисунке 1 построены рассчитанные по математической модели (2) – (4) зависимости от времени температуры верха слоя реакционной смеси T_τ , температуры стенки реактора $T_w = T(\tau, x_0)$ и средней конверсии мономера U_{cp} .

Можно видеть, что температура стенки реактора T_w быстро приобретает значение, близкое к температуре охлаждающей воды T_R , и далее на протяжении всего процесса практически не меняется. Максимальное значение достигнутой температуры реакционной смеси определяется долей мономера, прореагировавшего к данному моменту времени. В примере на рис.1 температура хладагента подобрана таким образом, чтобы в реакторе не была превышена максимально допустимая температура ($T_{max} = 130^\circ\text{C}$). Интенсифицировать процесс полимеризации можно путем приближения температурной кривой $T_\tau(\tau)$ к температуре T_{max} . На рисунке 2 показан пример реализации такого режима.

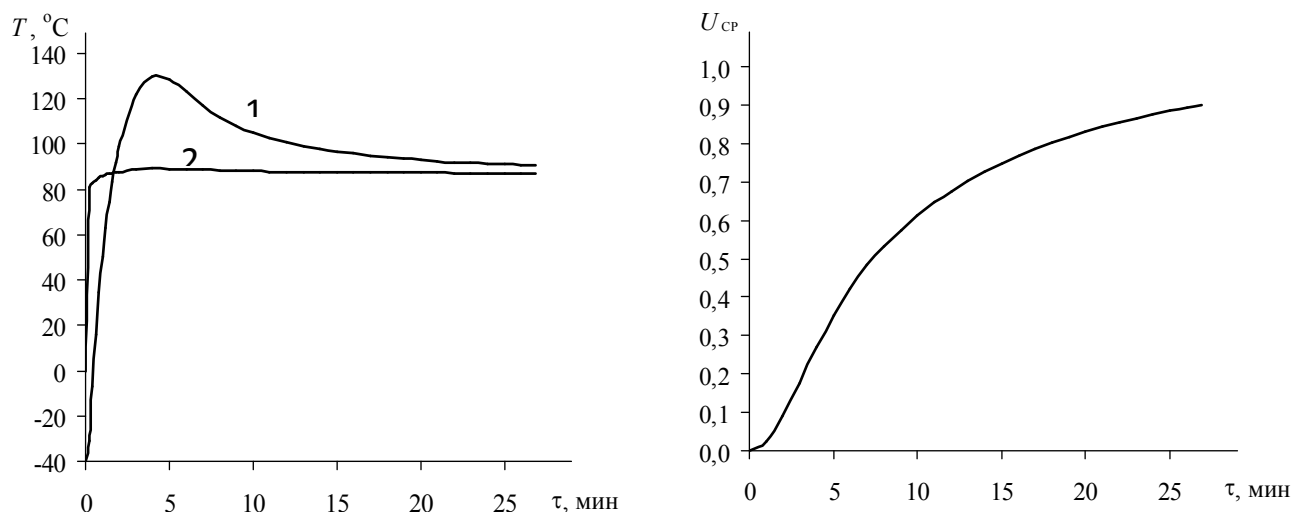


Рис. 1. Зависимости от времени температуры верха слоя $T_T(1)$, температуры стенки реактора $T_w(2)$ и средней конверсии U_{cp} в процессе полимеризации изопрена в реакторе дисковой конструкции ($h = 3$ мм, $[C_5H_8]/[Nd] = 20\ 000$) при $T_0 = -40^\circ C$, $T_R = 87^\circ C$, $\alpha = 1500$ Вт/(м²·К)

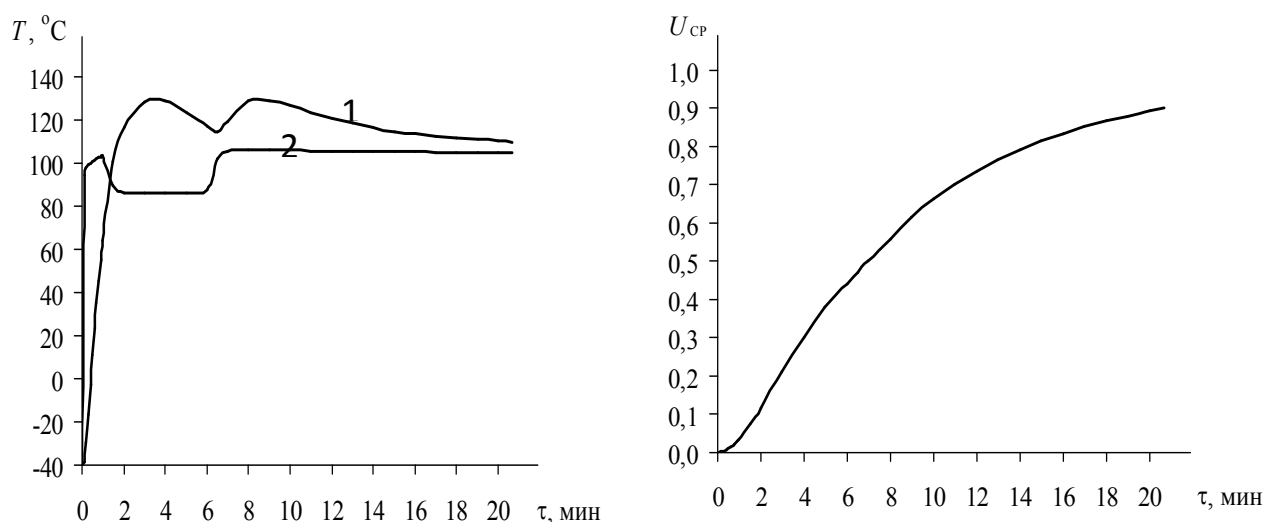


Рис.2. Зависимости от времени температуры верха слоя $T_T(1)$, температуры стенки реактора $T_w(2)$ и средней конверсии U_{cp} в процессе блочной полимеризации изопрена в реакторе дисковой конструкции ($h = 3$ мм, $[C_5H_8]/[Nd] = 20000$ $T_0 = -40^\circ C$, $\alpha = 1500$ Вт/(м²·К)) в режиме ступенчатого изменения температуры хладагента:
 $T_{R1} = 105^\circ C$ при $\tau = 0$; $T_{R2} = 85^\circ C$ при $T_{T1} = 100^\circ C$; $T_{R3} = 105^\circ C$ при $T_{T2} = 115^\circ C$

Температура хладагента изменяется ступенчато три раза. Первоначально устанавливается значение: $T_R = 105^\circ C$. При приближении к вызванному экзотермическим эффектом лавинообразному росту температуры реакционной смеси температура хладагента устанавливается меньшей, чем первоначальная: $T_R = 85^\circ C$ при $T_{T1} = 100^\circ C$. Третье переключение происходит, когда температурный максимум пройден: $T_{R3} = 105^\circ C$ при $T_{T2} = 115^\circ C$. Температура стенки реактора (кривая 2 на рис.2) мгновенно откликается на изменения температуры хладагента, следуя ее закономерности.

Режим работы реактора, предусматривающий ступенчатое изменение температуры охлаждающей воды, обеспечивает сокращение времени полимеризации на 23 % по сравнению с режимом $T_R = const$.

Список литературы

1. Елфимов В.В., Марков А.В., Юленец Ю.П. Полимеризация изопрена в массе в аппаратах с неподвижным слоем реакционной смеси //Высокомолекулярное соединение, 2016. – Сер.Б. - Т.58. - № 3. – С.1-8.
2. Патент РФ на изобретение № 2617411(Россия), МПК В01J 12/00, C08F 2/02, C08F 136/08. Устройство для полимеризации изопрена в массе / А.Г.Самсонов, Ю.П.Юленец, В.В.Елфимов и др. (Россия). - №2016100511; заявл. 11.01.16; опубл. 25.04.2017. – Бюл. № 12. заявл. 11.01.16; опубл. 25.04.2017. – Бюл. № 12.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

А.А. Шилова, Р.А. Ренев, Р.В. Бульбович, Н.Л. Бачев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь

Анализ выходных характеристик зарубежных и отечественных мусоросжигательных и пиролизных установок показал, что процессы пиролиза и сжигания осуществляются практически при атмосферном давлении. Газы термической переработки с расходом до 5,8 кг/с и температурой до 1100°C выбрасываются непосредственно в атмосферу. не принося при этом никакой практической пользы.

Целью данной работы является анализ параметров разрабатываемой комбинированной утилизационной энергоустановки, в которой теплота выхлопных газов термической переработки отходов используется для получения пара в энергетическом котле паротурбинной установки.

Комбинированная энергоустановка для утилизации бытовых и промышленных отходов состоит из следующих основных агрегатов (рис.1): установка переработки отходов (мусоросжигатель-инсертатор); энергетический котел; паровая турбина; электрогенератор; конденсатор пара; подкачивающий насос. Мусоросжигательная установка и энергетический котел могут быть выполнены конструктивно как одно целое. Конденсатор пара может работать в совокупности с сетевым подогревателем воды или с аппаратом воздушного охлаждения при отсутствии источника воды.

Энергетический котел рассматривается как теплообменный аппарат перекрестного типа, где в качестве первичного теплоносителя выступает газ из модуля термической переработки отходов, а вторичным теплоносителем является пароводяная смесь. Конструктивно энергетический котел состоит из трех блоков: экономайзер (подогрев питательной воды до температуры насыщения), парогенератор (получение сухого насыщенного пара) и

пароперегреватель (получение перегретого пара для подачи на лопатки турбины). Паровая турбина является осевой, одноступенчатой, реактивной. Отработавший на турбине пар поступает в конденсационную установку, где сначала охлаждается до температуры насыщения, а потом конденсируется. Сконденсированная вода с помощью подкачивающего насоса подается обратно в энергетический котел.



Рис.1. Принципиальная схема комплексной энергоустановки

При моделировании процессов парообразования и конденсации движущаяся паровоздушная смесь рассматривается как система с переменным содержанием пара и жидкости в направлении движения. В основу моделирования заложены уравнения энергетического баланса как для установки в целом, так и для каждого агрегата в отдельности.

Тепловая мощность в энергетическом котле от газообразных продуктов термической переработки отходов

$$Q = G_{\Gamma} C_{\Gamma} (T_{\Gamma}^{\text{ВХ}} - T_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}),$$

где G_{Γ}, C_{Γ} – расход и удельная теплоемкость утилизируемого газа; $T_{\Gamma}^{\text{ВХ}}, T_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}$ – температура утилизируемого газа на входе и выходе из энергокотла.

Тепловая мощность, необходимая для получения, перегретого пара, является суммой трех составляющих

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Тепловая мощность для нагрева воды в экономайзере

$$Q_1 = G_{\Pi} C_{\text{ж}} (T_{\text{ж}}^{\text{S}} - T_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}),$$

где G_{Π} – массовый расход пара (жидкости); $C_{\text{ж}}$ – удельная теплоемкость воды; $T_{\text{ж}}^{\text{S}}, T_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}$ – температура питательной воды на линии насыщения в испарителе и на входе в экономайзер.

Тепловая мощность для получения сухого насыщенного пара в парогенераторе

$$Q_2 = G_{\Pi} (i_{\Pi}^{\text{S}} - i_{\text{ж}}^{\text{S}}),$$

где $i_{\Pi}^{\text{S}}, i_{\text{ж}}^{\text{S}}$ – энтальпии пара и жидкости в испарителе при температуре насыщения.

Тепловая мощность для получения сухого перегретого пара в пароперегревателе

$$Q_3 = G_{\text{п}} C_{\text{рп}} (T_{\text{п}}^{\text{ВХ}} - T_{\text{п}}^{\text{С}}),$$

где $C_{\text{рп}}$ - удельная теплоемкость пара; $T_{\text{п}}^{\text{ВХ}}, T_{\text{п}}^{\text{С}}$ - температура перегретого пара на входе в турбину и на линии насыщения.

Мощность паровой турбины

$$N_{\text{т}} = G_{\text{п}} C_{\text{рп}} T_{\text{п}}^{\text{ВХ}} \left(1 - \frac{1}{\delta^{\frac{k-1}{k}}} \right) \eta_{\text{т}},$$

где k - показатель адиабаты пара; $\eta_{\text{т}}$ - КПД турбины.

Степень понижения давления на турбине

$$\delta = \frac{P_{\text{ВХ}}^{\text{т}}}{P_{\text{ВЫХ}}^{\text{т}}}.$$

Давление перегретого пара на входе в турбину $P_{\text{ВХ}}^{\text{т}}$ определяется температурой на линии насыщения в парогенераторе. Давление отработанного пара на выходе из турбины $P_{\text{ВЫХ}}^{\text{т}}$ определяется температурой на линии насыщения в конденсаторе.

Мощность вырабатываемой электроэнергии

$$N_{\text{эл}} = N_{\text{т}} \eta_{\text{эл}},$$

где $\eta_{\text{эл}}$ - КПД электрогенератора.

Мощность подогрева сетевой воды или аппарата воздушного охлаждения, подключенных к конденсатору пара

$$Q' = G_{\text{охл}} C_{\text{охл}} (T_{\text{охл}}^{\text{ВЫХ}} - T_{\text{охл}}^{\text{ВХ}}),$$

где $G_{\text{охл}}, C_{\text{охл}}$ - расход и удельная теплоемкость охлаждающей среды; $T_{\text{охл}}^{\text{ВЫХ}}, T_{\text{охл}}^{\text{ВХ}}$ - температуры охлаждающей среды на выходе и входе в конденсатор.

Мощность в конденсаторной установке является суммой трех составляющих

$$Q' = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3.$$

Тепловая мощность на охлаждение пара до температуры насыщения

$$Q'_1 = G_{\text{п}} C_{\text{рп}} (T_{\text{п}}^{\text{ВЫХ}} - T_{\text{п}}^{\text{С}}),$$

где $T_{\text{п}}^{\text{ВЫХ}}, T_{\text{п}}^{\text{С}}$ - температуры пара на выходе из турбины и на линии насыщения в конденсаторе.

Тепловая мощность на конденсацию пара

$$Q'_2 = G_{\text{п}} (i_{\text{п}}^{\text{С}} - i_{\text{ж}}^{\text{С}}),$$

где $i_{\text{п}}^{\text{С}}, i_{\text{ж}}^{\text{С}}$ - энтальпии пара и конденсата на линии насыщения.

Тепловая мощность на переохлаждение конденсата

$$Q'_3 = G_{\text{п}} C_{\text{ж}} (T_{\text{ж}}^{\text{С}} - T_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}),$$

где $T_{\text{ж}}^{\text{С}}, T_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}$ - температуры жидкости на линии насыщения и на входе в подкачивающий насос.

Мощность подкачивающего насоса

$$N_{\text{н}} = G_{\text{п}} \frac{P_{\text{ВХ}}^{\text{т}} - P_{\text{ВЫХ}}^{\text{т}}}{\rho_{\text{ж}}} \eta_{\text{н}},$$

где $\rho_{\text{ж}}$ - плотность питательной воды; $\eta_{\text{н}}$ - КПД насоса.

При расчете давлений учитываются потери давления в энергетическом котле и конденсаторе пара.

Температурные профили теплоносителей в энергетическом котле и конденсаторе пара представлены на рис.2.

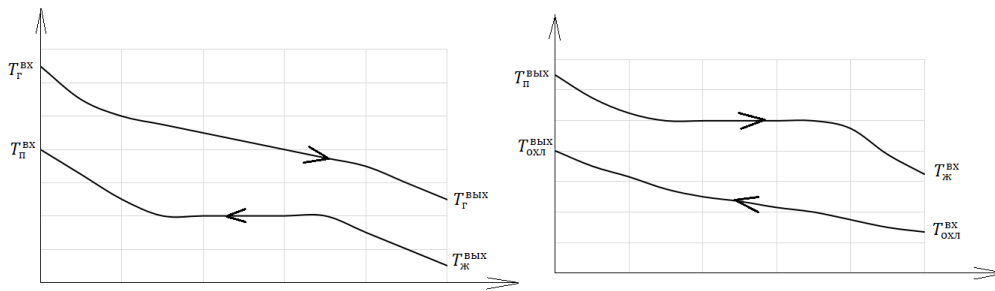


Рис.2. Температурные профили теплоносителей

Потребная поверхность теплообмена отдельных узлов энергетического котла

$$F_i = \frac{Q_i}{k_i \Delta t_i},$$

где $i=1,2,3$ (1 – экономайзер; 2 – парогенератор; 3 – пароперегреватель); Δt_i – средние температурные напоры между первичным и вторичным теплоносителями.

Коэффициенты теплопередачи между первичным и вторичным теплоносителями

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1i}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}}},$$

где α_{1i}, α_{2i} – коэффициенты теплообмена между теплоносителями и стенкой; δ, λ – толщина и теплопроводность стенки.

Потребная поверхность теплообмена отдельных узлов конденсационной установки

$$F'_i = \frac{Q_i}{k'_i \Delta t'_i},$$

где $i=1,2,3$ (1 – охлаждение отработанного пара до температуры насыщения; 2 – конденсация пара; 3 – охлаждение конденсата); $\Delta t'_i$ – средние температурные напоры между первичным и вторичным теплоносителями.

Коэффициенты теплопередачи между первичным и вторичным теплоносителями

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1i}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}\varphi}},$$

где α_{1i}, α_{2i} – коэффициенты теплообмена между теплоносителями и стенкой; δ, λ – толщина и теплопроводность стенки; φ – коэффициент наружного обребрения стенки.

Важнейшими параметрами управления характеристиками комбинированной установки являются давление и температура пара на входе в турбину, давление и температура в конденсаторе, расход утилизируемого газа, температуры утилизируемого газа на входе и выходе из энергокотла.

Ниже представлены некоторые результаты параметрического анализа при расходе утилизируемого газа 2,7 кг/с и коэффициенте утилизации 0,85.

На рисунке 3 показаны результаты анализа при изменении давления на входе в турбину.

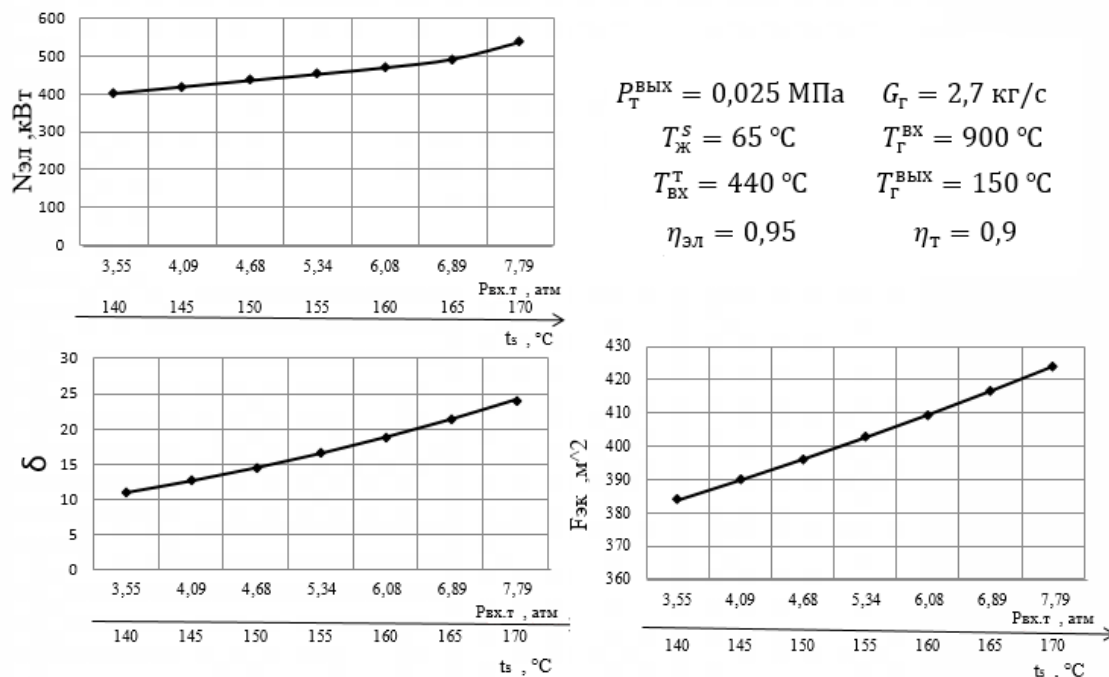


Рис.3. Результаты параметрического анализа

Увеличение давления на входе в турбину в 2,2 раза приводит к увеличению мощности вырабатываемой электроэнергии на 45 %, при увеличении поверхности теплообмена в энергокотлелна 30 %.

На рисунке 4 показаны результаты анализа при изменении температуры перегретого пара на входе в турбину.

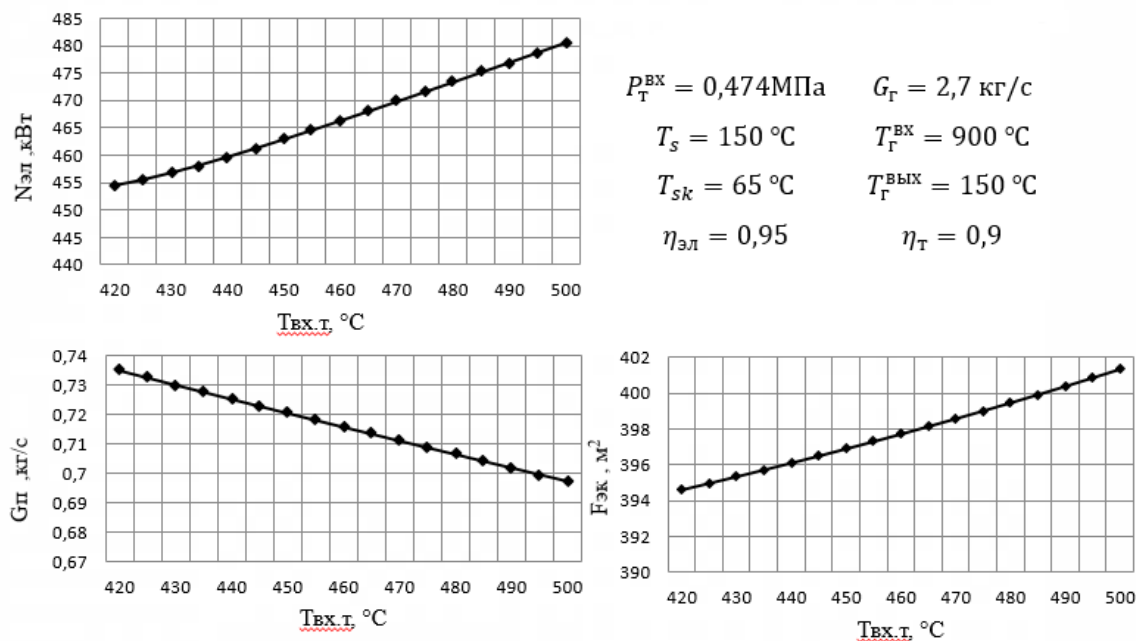


Рис.4. Результаты параметрического анализа

При увеличении температуры перегретого пара потребный расход пара в 1,2 раза потребный расход уменьшается на 5 %, а мощность вырабатываемой электрической энергии увеличивается на 6 %. Поверхность теплообмена в энергокотле увеличивается при этом на 2 %.

На рисунке 5 представлены результаты анализа при изменении давления пара в конденсаторной установке.

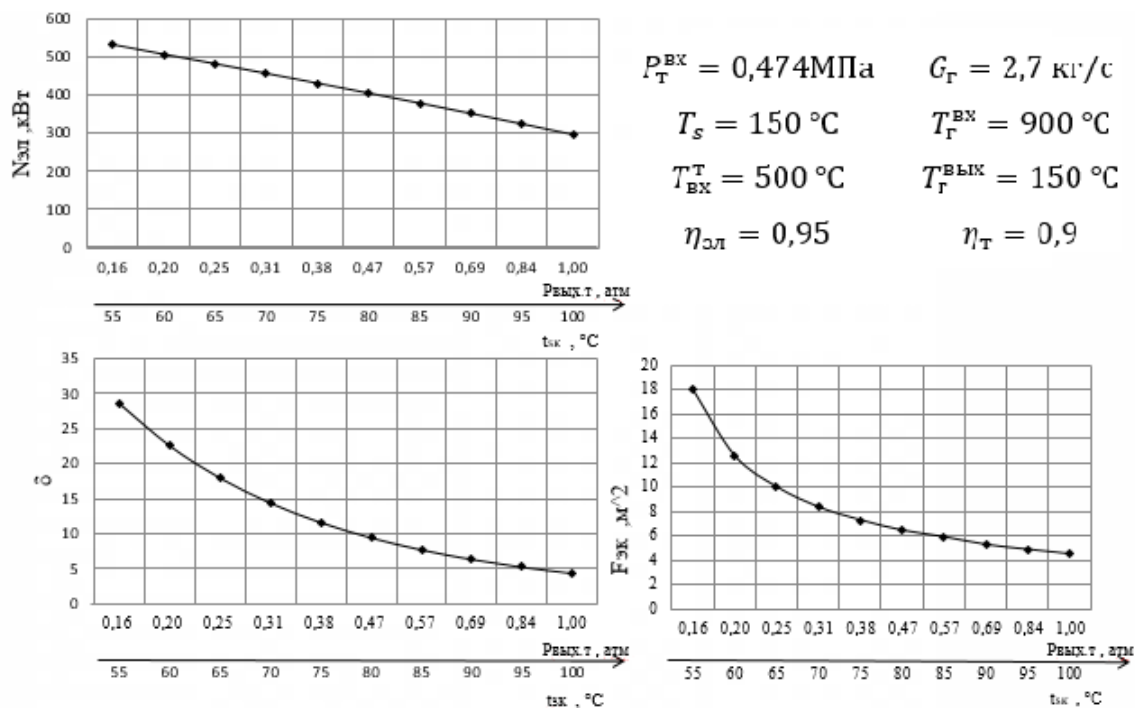


Рис.5. Результаты параметрического анализа

Уменьшение давления в конденсаторе в 6 раз приводит к увеличению мощности вырабатываемой электроэнергии на 18 % и увеличению поверхности теплообмена в конденсаторной установке на 78 %.

Следовательно, наиболее важным параметром влияния на режимные параметры установки является температура перегретого пара на входе в турбину. В процессе выполнения данного исследования были выполнены следующие работы:

1. Изучены выходные характеристики отечественных и зарубежных пиролизных и мусоросжигательных установок;
2. Составлена математическая модель комбинированной утилизационной энергоустановки;
3. Выполнен параметрический анализ комбинированной утилизационной энергоустановки и показано влияние базовых параметров на геометрические и выходные характеристики установки.

Список литературы

1. Анализ параметров наружного противоточного охлаждения камеры сгорания в составе утилизационной энергоустановки / Шилова А.А. Бачев Н.Л., Бульбович Р.В., Матюнин О.О. // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2017. – №50. – С. 80-89.

2. Трухин А.Д. Стационарные паровые турбины. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 640 с.
3. Ривкин С.Л., Адександров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980 – 424 с.
4. Бродов Ю.М. Теплообменники энергетических установок. - Екатеринбург: Изд-во «Сократ», 2003.

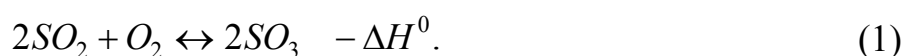
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СЫРЬЯ НА ОПТИМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ОКИСЛЕНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ

А.Л. Проскурнин, А.А. Каюрова
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ,
г. Невинномысск

Серная кислота является главнейшим продуктом основной химической промышленности и используется в производстве минеральных удобрений (в основном фосфорных), широкого ряда химикатов, различной агрохимии (инсектицидов, фунгицидов, гербицидов, кормов), в горнорудной промышленности, в нефтепереработке, в отрасли резинотехнических изделий и пластмасс, в целлюлозно-бумажной промышленности и др. Среди минеральных кислот H_2SO_4 по объему производства и потребления занимает первое место. Мировое производство серной кислоты составляет по разным оценкам 150-200 млн. т. [1, 2].

Сырьевая база производства серной кислоты – это элементарная сера и различные серосодержащие соединения, из которых могут быть получены сера или непосредственно диоксид серы. В последнее время сероводород стал одним из основных видов сырья для производства серы и серной кислоты, а серный колчедан утратил свое значение.

Одной из стадий производства серной кислоты является процесс окисления диоксида серы кислородом воздуха, протекающим по реакции



Реакция является обратимой, экзотермической, протекающей с уменьшением числа молей. В отсутствие катализаторов взаимодействие SO_2 с кислородом не протекает даже при высокой температуре, поэтому ведется поиск активных и стабильных катализаторов.

Целью настоящей работы является изучение влияния состава сырья, поступающего на окисление диоксида серы, на оптимальную температуру (вернее температурную последовательность), позволяющую поддерживать максимальную скорость процесса при изменении степени превращения SO_3 .

Скорость химической реакции, выраженная через степень превращения диоксида серы, описывается уравнением [3]

$$r = \frac{k_1 \cdot P}{a} \cdot \frac{1-x}{1-0,2 \cdot x} \left[\frac{v-0,5 \cdot a \cdot x}{1-0,5 \cdot a \cdot x} - \frac{x^2}{P \cdot K_p^2 \cdot (1-x)^2} \right], \quad (2)$$

где k_1 – константа скорости прямой реакции;
 a – содержание SO_2 в исходной смеси, мольные доли;
 v – содержание O_2 в исходной смеси, мольные доли;
 x – степень превращения SO_2 .

Константа скорости реакции описывается уравнением

$$k_1 = k_0 \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (3)$$

где k_0 – предэкспоненциальный множитель, 1/с;
 E – энергия активации прямой реакции, Дж/моль;
 $R = 8,314$ Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная.
 Константа равновесия рассчитывается по формуле

$$\lg K_p = \frac{4905,5}{T} - 4,6455, \quad (4)$$

где T – температура, К.

Расчеты и построение графиков проводили в системе Mathcad. На рис.1 приведено построение линии оптимальных температур для исходной смеси, содержащей 7,5 % SO_2 и 11 % O_2 .

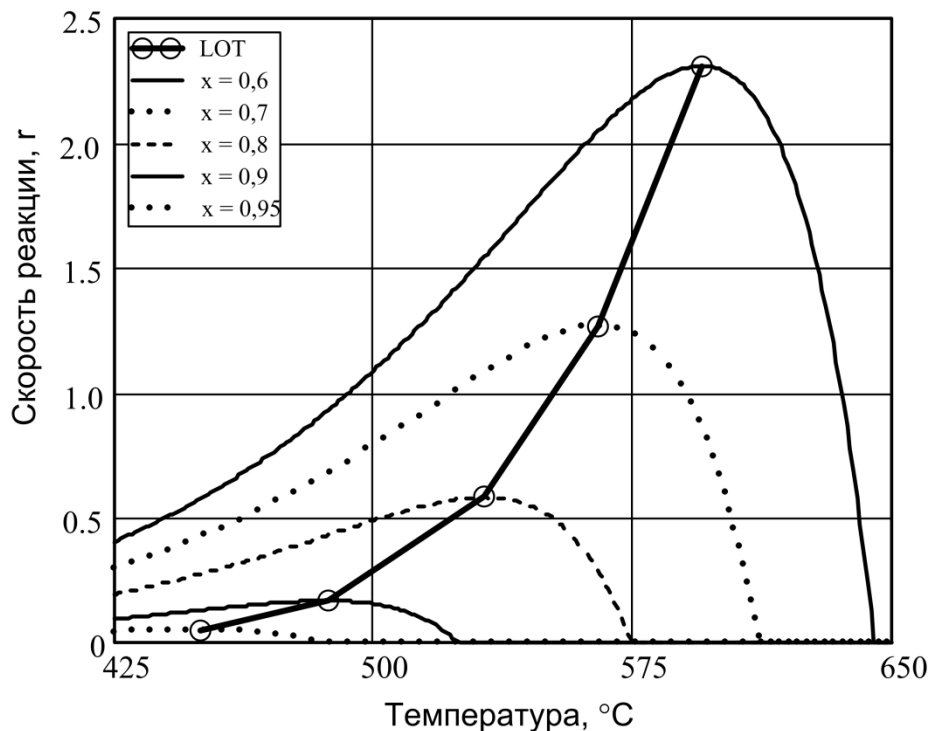


Рис. 1. Зависимость скорости реакции от температуры при различных значениях степени превращения диоксида серы

Как видно из полученных данных, оптимальная температура снижается от 595 °С при степени превращения SO₂ равной 0,6 до 450 °С при степени превращения SO₂ равной 0,95. При увеличении степени превращения до 0,99 оптимальная температура снижается до 380 °С.

В табл. 1 приведены значения оптимальных температур для различных концентраций диоксида серы и кислорода в исходной смеси, а на рис. 2 приведены линии оптимальных температур и равновесные кривые для составов исходного сырья, указанных в табл. 1 под номерами 2 и 5.

Таблица 1

Оптимальная температура окисления диоксида серы при различном составе сырья

№	Содержание в исходном газе, доли		Температура, обеспечивающая максимальную скорость при степени превращения							
	SO ₂	O ₂	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,045	0,10	594	565	532	512	487	451	409	380
2	0,057	0,10	593	564	530	511	486	449	408	380
3	0,075	0,11	595	565	532	512	487	450	408	380
4	0,094	0,13	600	570	536	516	490	453	411	380
5	0,116	0,15	605	574	540	519	494	456	414	380

Для расчета равновесной степени превращения при различных значениях температуры и различных значениях *a* и *b* использовали формулы (4) и (5). Расчет проводили с использованием метода деления интервала пополам.

$$K_p = \frac{x_p \sqrt{1 - 0,5 \cdot a \cdot x_p}}{(1 - x_p) \sqrt{P(b - 0,5 \cdot a \cdot x_p)}}, \quad (5)$$

где x_p – равновесная степень превращения.

Из представленных данных видно, что увеличение содержания диоксида серы в исходной смеси сдвигает линию оптимальных температур в более высокотемпературную область. Такая же закономерность наблюдается и для равновесной кривой.

Вместе с тем, при степени превращения диоксида углерода равным 99% оптимальная температура для всех исходных смесей одинакова и составляет 380 °С.

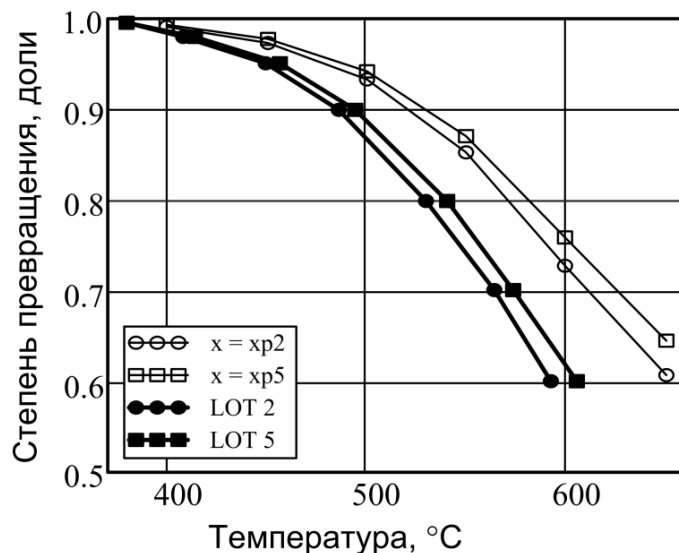


Рис. 2. Линия оптимальных температур и равновесная степень превращения при различном составе исходного сырья (№2 и №5 по табл.1)

В производственной практике нижний интервал температур для обычных катализаторов (промотированных сульфатом калия) составляет 410-440 °C. Для катализаторов, промотированных цезием, он составляет 390-410 °C. Верхним температурным пределом работы контактной массы является температура 630-650 °C [1]. Ведется поиск новых более активных в области низких температур катализаторов. В работе [4] показано, что конверсия SO_2 в SO_3 на Pt/CBK в низкотемпературной области (до 400°C) на 5-10 % превышает таковую на гранулированном ванадий-оксидном катализаторе ИК-1-6, а верхняя температурная граница эффективной работы Pt/CBK составляет не менее 650 °C, что соответствует лучшим показателям высокотемпературных ванадиевых катализаторов, при этом наибольшей термостойкостью обладают катализаторы на основе цирконий-силикатных стекловолокон (Pt/Zr-CBK).

Список литературы

1. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 909 с.
2. Суровяткина Д.Г., Семёнова И.В. Энергосберегающий процесс компании «Хальдор Топсе» («Haldor Topsoe», Дания) по получению серной кислоты из сероводорода. Научная работа представлена на VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» 15 февраля – 31 марта 2014 года. - 138 с. URL: <https://www.scienceforum.ru/2014/pdf/510.pdf>.
3. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для ВУЗов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 452 с.
4. Ванаг С.В. Процессы окисления SO_2 в SO_3 с использованием стекловолоконистых Pt-содержащих катализаторов и их аппаратное оформление: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Национальный исслед. Томский политехн. ун-тет, Томск, 2012. URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/6768/1/thesis_tpu-2012-27.pdf.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В КАНАЛАХ С ХАОТИЧНЫМИ НАСАДОЧНЫМИ СЛОЯМИ

О.Г. Дударовская

Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань

При математическом моделировании структуры потоков используют модели идеального вытеснения, идеального смешения, диффузионные и ячеечные модели. Основу таких моделей составляет описание явлений, характеризующих распределение и перенос вещества (энергии) по координатам и по времени, базирующихся на фундаментальных законах гидромеханики.

Применяя модели гидродинамической структуры потоков можно определить эффективность теплообмена в каналах с хаотичными насадочными слоями.

Для определения эффективности теплообмена в каналах, заполненных хаотичной насадочной упаковкой (слоем) рассмотрен приближенный подход, получивший название «метод единиц переноса». Движущей силой (по аналогии с массообменом $N = \frac{\beta F}{V} = \frac{\beta a_v H}{u_0}$) является тепловое число единиц переноса.

Если число Пекле $Re_H > 20$, то используется модель идеального вытеснения. Уравнение модели идеального вытеснения имеет вид

$$\frac{dT}{dx} = \pm \frac{R_T}{\rho c_p}, \quad (1)$$

где T – температура среды, К; x – продольная координата, м; R_T – объемный источник тепла, зависящий от значения объемного коэффициента теплоотдачи и движущей силы процесса; ρ – плотность среды, кг/м³; c_p – теплоемкость при постоянном давлении, Дж/(кг·К).

Аналитическое решение уравнения (1) идеального вытеснения примет вид [1]

$$\eta = 1 - \exp(-N), \quad (2)$$

где η – эффективность теплоотдачи; $N_T = \alpha F / (V \rho c_p)$ – тепловое число единиц переноса.

Выражение (1) с учетом (2) примет вид

$$\eta = 1 - \exp(-N_T) = 1 - \exp\left(-\frac{\alpha F_{\text{нас}}}{\rho c_p V}\right), \quad (3)$$

где α – коэффициент теплоотдачи в канале с хаотичным слоем, Вт/(м²·К); $F_{\text{нас}}$ – площадь поверхности насадочного слоя, м²; V – объемный расход, м³/с.

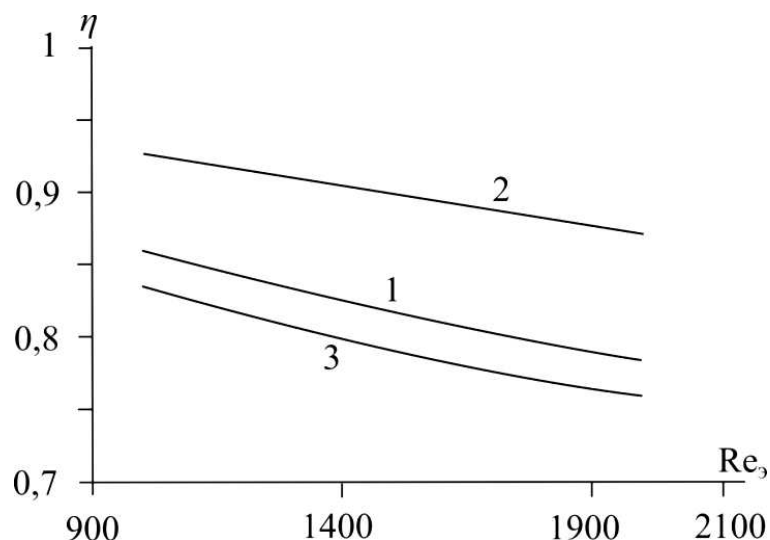
Определим эффективность процесса теплоотдачи в насадочном слое, применяя модель структуры потоков. Расчет эффективности процесса проводим по выражению (3) для различных видов насадок.

В качестве насадок использовались:

- керамические кольца Палля (разм. 35 мм);
- стальные кольца Рашига (разм. 25 мм);
- седла Берля (разм. 38 мм).

Длина насадочного слоя принималась постоянной $H = 0,3$ м. Число Рейнольдса варьировалось $Re_3 = 1000 \div 2000$.

На рисунке представлены зависимости результатов расчетов тепловой эффективности, полученных по выражению (3) от числа Рейнольдса Re_3 .



Зависимость тепловой эффективности η от числа Рейнольдса Re_3 в каналах с различными насадочными слоями (упаковками): 1 – из керамических колец Палля (разм. 35 мм); 2 – из стальных колец Рашига (разм. 25 мм); 3 – из седлообразных насадок Берля (разм. 38 мм)

Из полученных зависимостей, очевидно, что с увеличением числа Рейнольдса тепловая эффективность процесса уменьшается, вследствие повышения расхода теплоносителя, т.к. $N_T \sim Re_3^{-(0,3 \div 0,25)}$.

Рассматриваемые выражения для тепловой эффективности в насадочном слое рекомендуются применять в практических расчетах каталитических или иных процессов при $T_{гр} \approx const$, а также при $T_{гр} = f(x)$ [2].

Список литературы

1. Рамм В.М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
2. Дударовская О.Г. Модели интенсифицированного теплообмена и смешения сред в каналах с хаотичными насадочными слоями: дис...канд. техн. наук. Казань, 2016. - 202 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРА

О.Д. Андреева, В.Ю. Шапарев
Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

Программное обеспечение (ПО) разработки и исполнения циклограмм предназначено для подготовки и исполнения в контроллерах автоматизированных систем управления (АСУ) программируемых последовательностей технологических операций (ПТО), записанных в проблемно-ориентированном языке (ПОЯ). Контроллер АСУ – устройство управления в стендовом испытательном сооружении, предназначенном для испытания изделия (двигателя). Циклограмма – программа, состоящая из последовательности ПТО, отражающая технологическое задание на конкретное испытание двигателя; загружается и исполняется контроллером АСУ сооружения.

Система подготовки данных для контроллера (ПДК) входит в состав инструментальной системы разработки и исполнения циклограмм [2], [3]. Система ПДК предназначена для создания баз данных контроллера разных изделий, для корректного набора исходных данных, для синтаксического контроля набранных ПТО, для сборки циклограммы и передачи данных при проведении испытаний, для вывода всех необходимых отчетных документов. Система ПДК выполнена с помощью программного продукта Visual FoxPro в операционной системе Windows на компьютерах типа IBM.

Данные системы ПДК представляют собой комплекс связанных таблиц для одного изделия и таблицу-каталог изделий. Предполагается, что имеются два каталога для хранения информации обо всех изделиях, создаваемых с помощью ПДК. Один каталог предназначен для хранения данных ПДК, т.е. для баз данных всех изделий. Второй каталог предназначен для входных и выходных данных при испытаниях на контроллере для всех изделий.

База данных изделия включает ряд таблиц:

- таблицу агрегатов (Aggregate), которая содержит тип агрегата (1-инициативные, 2-исполнительные, 3-неинициативные), код агрегата, название, комментарий и поле для связи внутри базы данных;
- таблицу-каталог циклограмм, содержащую перечень циклограмм изделия и состоящую из ID, номера, наименования, комментариев;
- таблицу-каталог ПТО циклограмм, содержащую перечень ПТО для каждой циклограммы и состоящую из ID циклограммы, порядкового номера внутри циклограммы, номера ПТО;
- таблицу-каталог ПТО изделия, содержащую перечень всех ПТО изделия и состоящую из номера ПТО, имени, автора, даты и комментариев;

- таблицу операторов всех ПТО изделия (Operator), содержащую перечень операторов ПТО для всех ПТО изделия; таблица состоит из номера ПТО, номера строки внутри ПТО, имени оператора, времени выполнения оператора, режима его работы, адреса-ссылки на другой оператор в формате номера ПТО, номера строки внутри ПТО, минимального количества агрегатов для выполнения условия исполнения оператора, комментария и поля связи внутри базы данных;

- таблицу агрегатов, принадлежащих операторам всех ПТО изделия, содержащую перечень агрегатов для тех операторов ПТО, которые предполагают наличие агрегатов; перечень состоит из поля связи с таблицей Operator (поле включает номер ПТО, номер строки внутри ПТО), состояния агрегата (В/О) и поля связи с таблицей Agregate (поле включает тип и код агрегата).

ПТО (Последовательность Технологических Операций) – это программный модуль, состоящий из последовательности операторов языка ПОЯ (проблемно-ориентированного языка).

Оператор языка ПОЯ – инструкция системе исполнения для выполнения определенного действия:

- УПРАВЛЯТЬ время выполнения; агрегаты: состояние агрегата, код агрегата;

- ЖДАТЬ время выполнения (всегда ноль); минимальное количество агрегатов; агрегаты: код агрегата, состояние агрегата;

- ЕСЛИ время выполнения; режим; адрес перехода: номер ПТО, строка ПТО; минимальное количество агрегатов; агрегаты: код агрегата, состояние агрегата;

- ИДТИ время выполнения; режим; адрес перехода: номер ПТО, строка ПТО;

- СЛЕДИТЬ время выполнения; адрес перехода: номер ПТО, строка ПТО; минимальное количество агрегатов; агрегаты: код агрегата, состояние агрегата;

- ОТМЕНИТЬ время выполнения; режим; для режима 0 адрес оператора «Следить»: номер ПТО, строка ПТО;

- ОСТАНОВ время выполнения.

Система ПДК включает интерактивный ввод во все таблицы, при этом производится проверка на достоверность данных, предоставляется возможность как ввода новых данных, так и корректировки имеющихся, а также удаления ненужных данных. При вводе имеется возможность навигации по таблице. Система ПДК располагает широким спектром отчетов по таблицам, включающим как отчеты по отдельным таблицам, так и совместные отчеты по связанным таблицам. Предлагается выдача полных отчетов, включающих все данные таблиц, а также компактных справочных отчетов. Система ПДК предлагает вывод статистической информации по базе данных изделия. Система ПДК дает возможность сдублировать полностью циклограмму, сдублировать отдельное ПТО, сдублировать все изделие, или завести новое изделие с переносом некоторых данных из другого изделия, или создать пустое изделие. В систему ПДК включена сборка циклограммы для проведения испытания в контроллере, при этом выполняется полная проверка всей выводимой информации.

Система ПДК входит в состав программного обеспечения АСУ сооружения ОАО НПО «Энергомаш».

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект 5719.

Список литературы

1. Шукинунов В.Е. Тренажерные системы / В.Е. Шукинунов, Ю.А. Бакулов, В.Н. Григоренко. - М.: Машиностроение, 1981. – 254 с.

2. Андреева О.Д, Шапарев В.Ю. Компьютерная технология разработки и исполнения циклограмм / О.Д. Андреева, В.Ю.Шапарев // Доклады 4-ой международной научно-технической конференции «Инновационные наукоемкие технологии»: сб. докл. 4-ой международной науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2017. - С. 102-104.

3. Андреева О.Д. Подсистема управления данными для комплексных моделирующих стендов (тренажеров) / О.Д. Андреева // Доклады VI Всероссийской научно-технической конференции «Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности и экологии»: сб. докл. VI Всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. - С. 7-9.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА СВЕТОВЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

С.И. Чумаченко, С.В. Лебедев, А.Ю. Агольцов
Мытищинский Филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва

Организация бореальных лесов во многом определяется спецификой отношения древесных растений к свету. Недаром это свойство растений находится в центре внимания лесной науки с момента ее зарождения до настоящего времени. Радиационный режим внутри растительного покрова и особенно лесных насаждений определяется характеристиками падающей на него солнечной радиации, и в значительной степени структурой древесного полога и его оптическими свойствами. Это особенно важно для изучения темпов роста подроста и развития напочвенного покрова[2].

Для изучения структуры лесного биоценоза часто используется такой метод как закладка постоянных пробных площадей с картированием местоположения стволов деревьев и проекций крон, а также описанием вертикального сечения крон. До недавнего времени это был тяжелый труд, требующий много времени (до нескольких недель на 1 га). Натурное же измерение фотосинтетически-активной радиации (ФАР) требует существенно больше затрат, в связи с неоднородностью древесного полога и положения в рельефе[1].

В настоящее время мы наблюдаем бум развития беспилотных летательных аппаратов. Их преимущество состоит в относительной дешевизне воздушного носителя, высокого пространственного разрешения снимков (до 2-5 см/пиксель) и наличием постоянно совершенствующегося программного обеспечения. Применение технологии «плотного облака» позволяет получать не только высококачественные ортофотопланы, но и, что наиболее важно для рассматриваемого случая, строить 3D модели рельефа и полога леса на подеревном уровне. Это является информационной основой для работы модели FORRUS-L, предназначенной для расчета светового потока в лесном биоценозе.

Модель FORRUS-L (LIGHT) входит в состав системы моделей FORRUS (FORestofRUSsia)[2]. Во всех моделях этой системы используется способ представления моделируемого пространства лесного биоценоза в виде прямоугольных параллелепипедов разных размеров ребер (от 5 см. до 20 м.) в зависимости от целей моделирования (от уровня отдельной пробной площади до уровня ландшафта) [4].

Модель FORRUS-L, работающая на самом локальном уровне, в качестве основного элемента моделирования использует куб размером 5-20 см. Древесный полог аппроксимируется кубиками, и, для расчета светового потока, каждому из них задается коэффициент поглощения в соответствии с видом дерева, его онтогенетическим состоянием и жизненностью. Используя такой способ представления пространства, модель позволяет рассчитывать световой поток для многовидовых разновозрастных лесных древостоев, расположенных на любых формах рельефа, включая горные леса. При этом учитывается как активная, так и рассеянная солнечная радиация характерная для конкретного места произрастания лесного биоценоза. В результате расчетов получают относительные значения ФАР для каждого аппроксимирующего пространство кубика [3].

Зная пространственно-распределенное облако значений ФАР, исследователь может задать высоту сечения и получить световое поле на этой высоте. Кроме того всегда можно построить вертикальный профиль распределения ФАР вдоль заданной линии. Используя эти значения и сопоставляя их с закартированным почвенным покровом, можно получить новые знания и выявить закономерности влияния ФАР на развитие лесных насаждений.

Список литературы

1. Алейников А.А. Особенности формирования микромозаичной структуры темнохвойных лесов северного Предуралья / Алейников А.А., Тюрин А.В., Ефименко А.С. // Лесотехнический журнал, 2017. - Т. 7. - № 2 (26). - С. 42-54.
2. Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность / Под ред. Смирновой О.В., Том 1 - М.: Наука, 2004.
3. Лебедев С.В. Подеревная модель динамики многовидового разновозрастного насаждения (PIXTA) / С.В. Лебедев, С.И. Чумаченко // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник – 2011. – № 7. –С. 71–78.

4. Чумаченко С.И. Имитационное моделирование многовидовых разновозрастных лесных насаждений. Дисс. д.б.н.. Спец.03.00.16 Экология. - М.: МГУЛ, 2006. - 287 с.

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Г.С. Бутырин
Тульский государственный университет,
г. Тула

Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России в настоящее время резко увеличивается. Это в первую очередь связано со становлением страховых механизмов обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и формированием обязательных профессиональных пенсионных систем.

Различают предварительную и окончательную оценку профессионального риска. Предварительная оценка профессионального риска - оценка условий труда при аттестации рабочих мест. Далее следуют Руководству, по оценке профессионального риска для здоровья работников. [1]

Гигиенические нормативы пока остаются у нас основным инструментом оценки влияния вредных производственных факторов на здоровье работников. Их превышение рассматривается как нарушение санитарного законодательства и учитывается при установлении защищающих работников мер социального и экономического характера: сокращенные рабочий день и неделя, досрочный выход на пенсию, увеличенная продолжительность ежегодного отпуска, доплаты за вредные условия труда, предоставление лечебно-профилактического питания и др. При этом акцент делается не на профилактике снижения уровней риска, а на компенсационных мерах. Такая политика способствует расширению масштабов предоставления так называемых льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, право на которые имеют около 40 % занятых в сфере материального производства. [2]

При анализе профессиональных рисков чрезвычайно важно предусмотреть разработку нормативной базы мониторинга качества производственной среды, где применяются вещества, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами, а также способные аллергически и иммунологически воздействовать на организм работающего. [3]

Как известно, профессиональный риск неравномерно распределяется между профессиональными группами работников, в результате общество и страны распадаются на «тех, кто производит риск», и «тех, кто находится под влиянием риска». Так, работники творческого труда и занятые на высокотехнологичных производствах в десятки и даже сотни раз менее подвержены рискам профессиональных заболеваний, нежели те, кто трудится на предприятиях цветной и черной металлургии, тяжелого машиностроения и угольной промышленности. [2]

Мировой опыт свидетельствует, что не население, а социальные институты и организации способны объективно оценить приемлемый уровень профессионального риска с помощью инструментов публичного права. В США вопросы анализа и управления риском на национальном уровне находятся в ведении Совместной комиссии президента и Конгресса, а разработка и обоснование управленческого решения осуществляется в форме нормативного акта. При этом определение степени риска (медицинские, социальные, экономические аспекты) и разработка соответствующих управленческих мероприятий регламентируется шести ступенчатой процедурой принятия и реализации решений:

- определяются альтернативные пути минимизации риска;
- выбирается оптимальный вариант решения с учетом экономических и социальных критериев эффективности предлагаемых мер;
- разрабатываются правовые и экономические механизмы регулирующих воздействий;
- осуществляется текущий контроль при проведении согласованных и упорядоченных во времени мероприятий;
- проводится уточнение и совершенствование управленческих воздействий с помощью оценки эффективности мероприятий (обратная связь и самонастройка).

Управление профессиональным риском невозможно без учета концептуальных положений теории воспроизводства рабочей силы, качества трудовой жизни и устойчивого развития. Так, теоретические основы воспроизводства рабочей силы позволяют определить круг и объем затрат, необходимых в случаях утраты работниками здоровья и трудоспособности на производстве, а также требуемых для содержания нетрудоспособных членов их семей. Возможные пути решения проблемы снижения профессионального риска. [4]

С учетом международного опыта представляется целесообразным создание системы превентивных мер, направленных на снижение уровней профессиональных рисков, в том числе:

- проведение классификации (по видам и уровням) профессиональных рисков с позиции допустимости для общества, государства и отдельных профессиональных групп в соответствии со следующей схемой: а) недопустимые ни при каких условиях; б) допустимые только в ограниченные временные периоды в экстремальных ситуациях (спасатели, водолазы, пожарные и т.д.); в) допустимые при наличии эффективных коллективных и индивидуальных средств защиты, регулярного биологического мониторинга состояния здоровья работающих и выполнения работодателями и работниками необходимых регламентных мер защиты персонала (аварийные и ремонтные работы на объектах повышенной опасности); г) приемлемые при соблюдении правил и инструкций по технике безопасности, гигиене труда и периодическом мониторинге состояния условий труда на рабочих местах и здоровья работающих;

- разработка методических основ комплексной оценки профессионального риска по состоянию факторов производственной среды, трудового процесса и медицинских признаков (ранних форм) нарушения здоровья работающих, определение перечня типовых рабочих мест по основным профессиональным группам с повышенным уровнем профессионального риска (500-800 рабочих мест) и организация на них постоянного мониторинга профессионального риска силами федерального научного центра оценки профессионального риска (необходимость создания которого очевидна) и крупных корпоративных центров медицины труда (позитивный опыт ВАЗа в этой области заслуживает широкого распространения);

- формирование службы экспертов по профессиональным рискам, обеспечивающих для страховщика оценку типовых (и нетиповых) рисков и разработку рекомендаций по снижению уровней рисков, оптимальному распределению степени их воздействия во времени (прогнозные оценки наступления рисков) и в пространстве (учет при проектировании технологических процессов, машин и оборудования, размещении их на производственных площадках), передаче и конвертации рисков контрагентам и специализированным организациям.[1]

Список литература

1. Измеров Н.Ф., Капцов В.А., Денисов Э.И., Овакимов В.Г. Проблема оценки профессионального риска в медицине труда // Медицина труда и пром. Экология. - 1993. - N 3-4. - С. 1-4.

2. Кретов А.С., Бушманов А.Ю., Мамонова Е.Ю. Методика оценки риска развития хронического профессионального заболевания и медицинских противопоказаний труда. - 2004. - N 3. – С. 78.

3. Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России // Медицина труда и пром. экология. – 2015. - С. 276.

4. Субботин В.В., Денисов Э.И., Молодкина Н.Н, Орлова О.Е. Проблема критериев профессионального риска и оценки компенсаций работникам. - Издательство: Российский университет дружбы народов, 2004. - С. 49.

РАБОЧЕЕ МЕСТО, ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ, ЭРГНОМИКА

Г.С. Бутырин

Тульский государственный университет,

г. Тула

Эргономика - это наука о рациональной организации рабочего места и рациональной научно-обоснованной с биологической точки зрения орудий труда и используемых предметов. Основной объект исследования эргономики – система «человек – машина – среда». Например, никто не пишет стержнем от шариковой ручки, а предпочитают писать толстой ручкой. Инструмент делают таким, чтобы им было удобно пользоваться. Это уменьшает усталость и

повышает безопасность. Для этого учитываются биофизические и психомоторные особенности человеческого организма (чтобы было удобно держать, сидеть и так далее). [1]

Эргономика изучает научную организацию средств производства и рабочего места. Оно должно быть свободно от лишних предметов и орудия труда должны располагаться на закрепленных местах. После окончания работы оно должно быть убрано. Это особенно касается тех рабочих мест, на которых трудится не один человек, а много. [2]

Особенно аккуратно должно быть расположение предметов и лекарств у медиков. Запрещается переливать лекарства в другую тару и менять надписи на лекарствах. Средствами достижения цели эргономики являются: реализация знаний и умений, направленных на уменьшение в техносфере физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений, то есть создание комфортных условий. При этом потоки энергии информации и физических нагрузок должны быть в допустимых пределах. В противном случае начинается отрицательное воздействие на комфортные условия

Эргономика изучает действия человека в процессе работы, скорость освоения им новой техники, затраты его энергии, производительность и интенсивность при конкретных видах деятельности. [3] Современная эргономика подразделяется на микроэргономику, мидиэргономику и макроэргономику

Микроэргономика занимается исследованием и проектированием систем «человек – машина». В частности, проектирование интерфейсов программных продуктов находится в ведении микроэргономики.

Мидиэргономика занимается изучением и проектированием систем «человек – коллектив», «коллектив – организация», «коллектив – машина», «человек – сеть». Именно мидиэргономика исследует производственные взаимодействия на уровне рабочих мест и производственных задач. К ведению мидиэргономики, в частности, относится проектирование структуры организации и помещений; планирование и установление расписания работ; гигиена и безопасность труда.

Макроэргономика исследует и проектирует более общие системы, такие как «человек – общество», «организация – система организаций». [2]

Виды совместимости среды «человек-машина»

Антропометрическая совместимость – учёт размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения оператора при работе.

Сенсомоторная совместимость – учёт скорости моторных операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей.

Энергетическая совместимость – учёт силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.

Психофизиологическая совместимость – учёт реакции человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины. [4]

При изучении и создании эффективных управляемых человеком систем, в эргономике используется системный подход. При организации рабочих мест

необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру. [4]

Список литературы

1. Вишняков Я.Д. *Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях* / Вишняков Я.Д., Овчинников В.В., Вагин В.И. – Изд-во: «Academia», 2008. – 304 с.

2. Алексеев В.С. *Основы безопасности жизнедеятельности* / Алексеев В.С., Иванюков М.И. - 2007. – 240 с.

3. Занько Н.Г. *Безопасность жизнедеятельности* / Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. // Учебник. 13-е изд., испр. / Под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

4. Коротков Б.П. *Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф* / Коротков Б.П., Черепанов И.Г. – Изд-во: Дашков и Ко / Наука-Пресс2007. – 478 с.

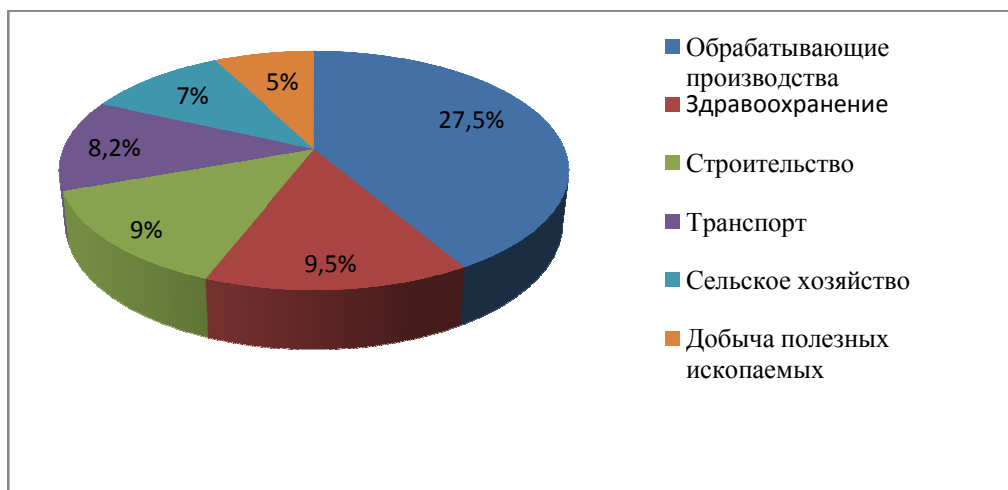
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.В. Котлеревская, И.В. Силивеева
Тульский государственный университет,
г. Тула

В последнее время наблюдается выраженная тенденция возрастания информационного, материально-технического, энергетического потенциала производственных комплексов и систем, связанная с применением новых энерго-, материало- и наукоемких технологий, являющихся неотъемлемой составляющей научно-технического прогресса. В этой связи необходима реорганизация старых и выработка новых критериев и подходов к оценке и профилактике производственного травматизма.

В последние годы производственный травматизм в РФ неуклонно снижается [1]. Оценка состояния производственного травматизма в разрезе основных видов экономической деятельности, проведенная на основе данных ФСС РФ, показала, что в число видов экономической деятельности с наибольшей численностью травмированных входят обрабатывающие производства, здравоохранение, строительство, транспорт, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых (рисунок).

В организациях Российской Федерации наиболее распространенными причинами несчастных случаев с тяжелыми последствиями являются: падение пострадавшего с высоты, воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов, транспортные происшествия, падения, обрушения, обвалы предметов, материалов.



Распределение производственного травматизма по отраслям экономики

Несчастные случаи на производстве с тяжелыми последствиями, обусловлены причинами организационного характера (неудовлетворительная организация производства работ и недостаточная обученность работников безопасным приемам и методам труда), а также «человеческим фактором» (нарушение работниками требований безопасности и трудовой дисциплины). Значимо влияющими на уровень производственного травматизма являются также технологические и технические факторы [2].

Случаи травматизма со смертельным исходом зафиксированы в таких видах экономической деятельности как строительство, обрабатывающие производства, транспорт и связь, сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, добыча полезных ископаемых, аренда и предоставление услуг, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования.

Основные направления работы в области государственного управления охраной труда ориентированы на достижение стратегической цели – формирование профилактического подхода к обеспечению безопасности труда и сохранению здоровья работников. На это направлено проведение специальной оценки условий труда, а также активизация работ в сфере управления охраной труда на производстве, совершенствование законодательной и нормативно-технической базы охраны труда. Снижению уровня производственного травматизма способствует осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением требований законодательства в области охраны труда, а также общественный контроль за состоянием условий и охраны труда.

В целях усиления профилактики производственного травматизма и профессиональной заболеваемости работников осуществляется работа по пересмотру и актуализации действующих межотраслевых и отраслевых правил по охране труда. Данная работа проводится учетом состояния показателей травматизма в видах экономической деятельности и степени их обеспеченности соответствующими нормативными документами. Ведется разработка правил по охране труда с учетом Конвенций МОТ, ратифицированных Российской Федерацией, а также лучших международных практик.

При разработке адекватных профилактических мероприятий по снижению травматизма необходимо располагать достоверными данными в конкретном регионе (предприятии, цехе и т.д.). Отсюда становится понятной потребность в грамотном, квалифицированном и непредвзятом расследовании несчастных случаев на производстве. В противном случае кроме ошибочных выводов по причине определенного несчастного случая и процедур по устранению его последствий могут быть разработаны неадекватные мероприятия по профилактике аналогичных несчастных случаев.

Основные пути снижения производственного травматизма включают совместную реализацию инженерно-технических, санитарно-гигиенических, организационных и других мероприятий, основными из которых являются следующие:

технические

- исправное производственное оборудование;
- защищенные огражденные подвижные части механизмов;
- автоматизация производства и дистанционное управление им, исключающие неверные операции;
- наличие предохранительных устройств;
- периодичное тестирование оборудования на наличие неполадок и его технический сервис;
- применение средств индивидуальной защиты.

санитарно-гигиенические

- допустимые параметры освещения производственного помещения;
- допустимые параметры микроклимата на рабочем месте, а также средства защиты от теплового излучения;
- усовершенствованная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция помещений, локальная очистка воздуха от вредных веществ;
- средства защиты от шума и вибраций;
- наличие исправного водоснабжения и водоотведения;
- соблюдение гигиены и чистоты на рабочих местах и на производстве в целом.

организационные

- соблюдение трудового законодательства РФ;
- пропаганда и систематический контроль соблюдения правил безопасности, инструктажи и обучение рабочих безопасным приемам труда;
- обязательное применение предупредительной знаковой индикации
- обязательный учет и расследование несчастных случаев на производстве, а также случаев производственного травматизма.

Таким образом, снижение производственного травматизма возможно только при реализации комплексного подхода к решению вопросов безопасности, а также повышении общей культуры производства.

Список литературы

1. *Мониторинг условий и охраны труда в Российской Федерации в 2015, 2016 гг.* // URL: <http://www.vcot.info>
2. *Макарчук М. Об учете несчастных случаев на производстве // Охрана труда и социальное страхование, № 9, 2017.*

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Е.А. Воинова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Основным принципом государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности.

Одним из важнейших принципов организации производства является создание безопасных условий труда на всех стадиях технологического процесса. Мировая и российская практика свидетельствует, что эффективное управление охраной труда промышленного предприятия не может быть в полной мере достигнуто без внедрения систем управления охраной труда (СУОТ) [1-3].

Концептуальные основы управления охраной труда включают систему представления данных о воздействии негативных факторов производственной среды и трудового процесса на работников. При этом основными принципами построения и функционирования СУОТ являются связь процесса производства со средствами и мероприятиями по улучшению безопасности, гигиены труда и производственной среды, соблюдение исполнительской, трудовой и технологической дисциплины и экономическая заинтересованность всех субъектов производственного процесса в повышении безопасности и улучшении условий труда [4].

Эффективное функционирование системы управления охраной труда машиностроительного предприятия включает в решении следующих задач:

- разработка и реализация программ улучшения условий и охраны труда;
- создание условий, обеспечивающих соблюдение законодательства по охране труда, в том числе обеспечение безопасности эксплуатации зданий и сооружений, используемых в трудовом процессе, оборудования, приборов и технических средств трудового процесса;
- формирование безопасных условий труда;
- обеспечение контроля за соблюдением требований охраны труда;
- обучение и проверка знаний по охране труда, в том числе, создание и совершенствование непрерывной системы образования в области обеспечения охраны труда;
- предотвращение несчастных случаев с лицами, осуществляющих трудовую деятельность на предприятии;

- охрана и укрепление здоровья работников, организация их лечебно-профилактического обслуживания, организация рациональных режимов труда, производственного процесса, отдыха.

В основу системы управления охраной труда в соответствии с международными стандартами положен принцип Э. Деминга, который представляет собой цикл логически связанных и последовательно выполняемых функций: планирование, выполнение мероприятий по обеспечению безопасных условий труда, их контроль, принятие решения и совершенствование системы управления.

Соответственно, опираясь на вышеизложенный принцип, управление охраной труда машиностроительного предприятия включает следующие этапы [5]:

- определение и идентификация проблемы, постановка цели;
- сбор первичной информации о фактическом состоянии условий труда;
- выделение и обоснование используемых критериев;
- проведение анализа с целью выявления соответствия установленным критериям;
- оценка выявленных отклонений;
- разработка мероприятий по устранению нежелательных отклонений;
- контроль за результатами проведения мероприятий.

Для обеспечения эффективного функционирования СУОТ машиностроительного предприятия в соответствии с [2, 3] обязанности по обеспечению охраны труда распределены на трех уровнях. С позиции системного подхода каждый уровень является подсистемой, на котором представители органа управления солидарно несут ответственность за обеспечение и функционирование безопасных условий труда.

На первом уровне управления работодатель, несущий полную ответственность за создание безопасных условий труда в соответствии с действующим законодательством, организует распределение ответственности за вопросы охраны труда на всех уровнях управления организацией и во всех структурных подразделениях, включая вспомогательные службы (кадровую, финансовую, административно-хозяйственную и т.п.).

На втором уровне управления, в соответствии с имеющимися полномочиями, организацию и координацию работы по охране труда осуществляет служба охраны труда. Основными задачами службы охраны труда являются:

- организация работы по обеспечению выполнения работниками требований охраны труда;
- контроль за соблюдением законов и иных нормативных правовых актов об охране труда, коллективного договора, соглашения по охране труда, других локальных нормативных правовых актов предприятия;
- организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами, а также работы по улучшению условий труда;

- информирование и консультирование работников организации, в том числе её руководителя, по вопросам охраны труда.

Управление охраной труда на третьем уровне осуществляет комиссия по охране труда. Комиссия по охране труда создается с целью обеспечения активного участия работников в процессе управления охраной труда.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://snipov.net/c_4702_snip_113408.html.
2. Новиков Н.Н. Направление развития систем выявления и управления профессиональными рисками / Н.Н. Новиков, С.П. Ворошилов // Безопасность и охрана труда. – 2009. – №3. – С.24-28.
3. Овсянкин А.Д. Охрана труда / А.Д. Овсянкин, Г.З. Файнбург. - Владивосток: ФГОУ ВПО ПИГМУ, 2007. — 449 с.
4. Ольшевский Н.А. Об эффективном функционировании систем управления охраной труда / Н.А. Ольшевский, О.И. Козак // Мир современной науки. – 2013. - №3(8) - С.23-27.
5. ILO standards on occupational safety and health. Promoting a safe and healthy working environment. International Labour Conference. Geneva, Switzerland, 2009.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Е.А. Воинова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Информация, получаемая при выполнении контроля и мониторинга ОВПФ, служит фундаментом для принятия управленческих решений при разработке и внедрении мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда. Исходя из практики работы измерительных лабораторий, когда необходимо анализировать уровни воздействия многих факторов рабочей зоны, возникает проблема системного выбора требуемой номенклатуры и конфигурации измерительной техники и правильной организации процесса получения массивов данных об условиях труда.

Для обеспечения достоверности и воспроизводимости результатов измерений необходима структуризация получаемой разнородной информации о состоянии объекта контроля, источниках опасных и вредных производственных факторов, составе загрязняющих компонентов воздуха рабочей зоны, технических средствах контроля, условиях их эксплуатации и т.п. В данном случае процесс исследования определяет необходимость рассматривать объект посредством представления его в качестве систем и анализа этих систем [1, 2].

Ввиду того, что объемы решения практических задач, как правило, достаточно велики и расчеты в соответствии с алгоритмами оптимизации требуют значительных затрат времени, методы принятия решений, главным образом, ориентированы на реализацию с помощью ЭВМ. При этом основой принятия решений является системный анализ, в процессе которого необходимо рассматривать следующие основные этапы [4]:

1. Концептуализация, заключающаяся в систематизации объекта исследования, формулировке целей и задач в условиях неопределенности, выборе направления и определении границ объекта, его структуры и функциональных возможностей, обобщении сделанного в форме концептуальной модели.

Концептуальная модель включает [4]:

- описание границ рассматриваемой системы;
- набор элементов системы;
- множество показателей состояния для каждого элемента системы;
- набор связей между элементами системы;
- перечень происходящих в системе процессов;
- описание внутренних и внешних воздействий на систему.

Для облегчения следующего этапа – формализации, концептуальная модель представляется в виде схемы, позволяющей в наглядной и сжатой форме представить требуемую информацию.

2. Формализация, т.е. запись полученной концептуальной модели в виде системы математических или иных формальных соотношений, решение задач идентификации, программная реализация формальной модели.

Исходным пунктом формализации является задание вектора состояния модели, компоненты которого – это характеристики управляемой системы, выделенные при построении концептуальной модели как базовые, несущие необходимую и достаточную информацию для решения поставленной задачи [4].

При формировании концептуальной модели процесса довольно затруднительно отразить все системные связи в виде аналитических функций. Поэтому применяются эмпирические зависимости, полученные на основе данных натурных экспериментов, в результате обобщения опыта моделирования подобных процессов. Неоценимую роль на этапе формализации играет экспертная оценка полученных эмпирических зависимостей и параметров.

3. Работа с формальной моделью, а именно: аналитическое исследование, проведение экспериментов, интерпретации результатов и их применение.

Прежде чем использовать построенную модель необходимо выполнить [4]:

- идентификацию, т.е. выбрать значения структурных и числовых параметров модели;
- верификацию, т.е. убедиться в том, что при заданных значениях параметров модель соответствует моделируемой управляемой системе, адекватно ее описывает.

Как правило, построенная модель с первого раза не удовлетворяет всем требованиям и условиям поставленных перед ней задач. Для достижения

поставленной цели необходимы неоднократные модификации и корректировки модели.

Прямые результаты моделирования не пригодны для решения задач в области оценки условий труда. Их следует систематизировать и представить в более удобном виде для последующего анализа.

Для обработки результатов моделирования применяются следующие статистические методы [4, 3]:

- фиксация и накопление статистики моделирования;
- определение доверительных интервалов для выходных величин модели;
- выявление функциональной связи между переменными с помощью регрессионного анализа;
- идентификация закона распределения по гистограмме.

Полученные результаты моделирования подлежат анализу, который включает:

- оценку точности имитационного эксперимента;
- уменьшение числа параметров модели;
- определение источников ошибок;
- исключение резко отклоняющихся значений.
- выбор системы координат для представления результатов.

Следуя алгоритму проведения исследования, необходимо провести анализ состояния проблемы, рассмотреть существующую структуру управления охраной труда (СУОТ) и её подсистемы – системы контроля и мониторинга ОВПФ. На следующем этапе следует рассмотреть существующие теоретические подходы к выбору измерительной приборной техники, на основании которых предложить методику выбора приборного оборудования для проведения контроля и мониторинга ОВПФ. Далее необходимо составить алгоритм процесса выбора измерительного оборудования с проведением ранговой корреляции критериев выбора приборов. Завершающим этапом являются рекомендации по оснащению мобильного измерительно-вычислительного комплекса приборной базой.

Такая система обобщает совокупность научных и технических теорий, концепций и методов, значительно упрощает путь проведения исследований и получение конечного результата.

Список литературы

1. Горстко А.В. Введение в прикладной системный анализ / А.В. Горстко, Г.А. Угольницкий. - Ростовн/Д: АО «Книга», 1996. – 136 с.

2. Евдокимов Ю.А. Основы теории инженерного эксперимента / Ю.А. Евдокимов, В.В.Гудима, А.В. Щербаков. - Ростовн/Д: РГУПС, 1994. – 83 с.

3. Костин В.Н. Статистические методы и модели / В.Н. Костин, Н.А. Тишина. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 138 с.

4. Угольницкий Г.А. Управление эколого-экономическими системами/ Г.А.Угольницкий. – 2-е изд. – М.: Вузовская книга, 2004. – 132 с.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ РЕЦЕПТУРЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЧЕРНИЧНОГО СМУЗИ С ДОБАВЛЕНИЕМ КЛЮКВЫ И МЁДА

В.В. Беспалова, Е.Д. Плыгун

ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет»,
г. Мурманск

Аннотация. В данной статье приведена разработка оптимальной рецептуры приготовления черничного смузи с добавлением клюквы и мёда с помощью составления плана двухфакторного эксперимента и получения графической интерпретации композиционного состава смузи в программе «DataFit», а также представлены экспериментальные данные содержания аскорбиновой кислоты и пектиновых веществ в полученном образце.

Abstract. This article describes the development of the optimal formula for the preparation of blueberry smoothies with the addition of cranberries and honey by plotting a two-factor experiment and obtaining a graphic interpretation of the composition of smoothies in the «DataFit» program, as well as experimental data on the content of vitamin C and pectin substances in the resulting sample.

Ключевые слова: Смузи, черника, клюква, мед, математическая модель, программа «DataFit», метод прямой йодометрии, аскорбиновая кислота, гравиметрический метод, пектиновые вещества.

Key words: Smoothies, blueberries, cranberries, honey, mathematical model, the program «DataFit», the method of direct iodometry, ascorbic acid, gravimetric method, pectin substances.

Введение

Обеспеченность продуктов питания витаминами оказывает значительное воздействие на организм человека. Недостаток витаминов – фактор риска алиментарно-зависимых заболеваний (атеросклероз, гипертоническая болезнь, гиперлипидемия, ожирение, сахарный диабет, остеопороз, подагра, некоторые злокачественные новообразования) [3].

Мониторинг витаминной обеспеченности различных групп населения, проводимый НИИ питания с 1987 г. по 2011 г. показал, что за последнее десятилетие наметилась тенденция к улучшению обеспеченности населения витаминами С и В2. Однако обеспечены всеми витаминами по-прежнему не более 10 % населения. Недостаток витаминов группы В у населения в настоящее время встречается значительно чаще, чем недостаток витаминов С, А и Е. В последние годы эта тенденция сохраняется. Выборочные исследования показали, что недостаток витаминов группы В обнаруживается у 10-47 % обследованных взрослых, витамина D – у 20,7 %, витаминов Е и С - у 2,8-11 %. Оценка витаминного статуса детей показывает, что недостаточность витаминов группы В обнаруживается у 59-64 % обследованных детей, витамина Е – у 30 -

40 %, витамина А – у 17 %, витамина С - у 8 %. У большинства детей (74-90 %) имеется недостаток каротиноидов [1].

Дефицит витаминов характерен для взрослого и детского населения всех регионов России и носит всесезонный характер, в связи с чем необходима оптимизация витаминного статуса каждого человека за счёт целевой разработки рецептур обогащенных микронутриентами пищевых продуктов, предназначенных для разных категорий населения [3].

Имея в своем составе высокое содержание фруктов и ягод, а следовательно, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон смузи - безалкогольный прохладительный напиток, является перспективным и востребованным направлением для развития пищевой индустрии [2].

Разработка оптимальной рецептуры приготовления черничного смузи с добавлением клюквы и мёда.

Для нахождения оптимума соотношения компонентов в рецептуре приготовления черничного смузи с добавлением клюквы и мёда был разработан план двухфакторного эксперимента. Факторы, установленные на постоянном уровне во всей серии эксперимента: масса черники – 125 г, масса молока – 75 г, масса корицы – 0,2 г. Факторы, заданные в ходе процесса эксперимента – количество клюквы X_1 , г, количество мёда X_2 , г. Оптимизация проводилась по органолептическим параметрам, таким как вкус Y_1 и консистенция Y_2 .

Исследования проводились на интервале варьирования:

X_1 – от 20 до 40, основной интервал варьирования – 5;

X_2 – от 5 до 15, основной интервал варьирования – 2,5.

Для нахождения параметров Y_1 и Y_2 была проведена дегустация с использованием дегустационной пятибалльной шкалы. После чего рассчитывалось среднее арифметическое значение оценок семи дегустаторов. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице.

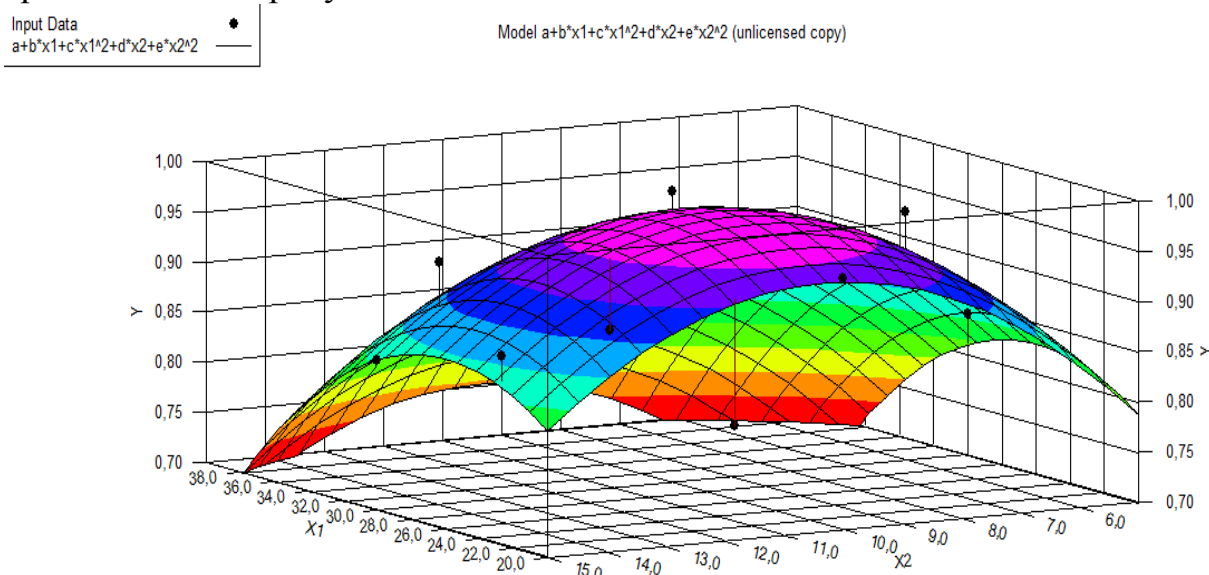
Матрица планирования для черничного смузи с добавлением клюквы и мёда

X_1 количество клюквы, г	X_2 количество мёда, г	Y_1 органолептическая оценка по вкусу, баллы	Y_2 органолептичес- кая оценка по консистенции, баллы	Y обобщенная величина показателей органолептики
Двухфакторный эксперимент				
25	7,5	4,8	4,9	0,98
35	7,5	3,2	5	0,72
25	12,5	4,3	4,9	0,89
35	12,5	4,4	5	0,91
«Звёздные» точки				
20	10	4,7	4,9	0,95
40	10	3,6	5	0,78
30	15	4	5	0,85
30	5	3,9	5	0,84
Центральные точки				
30	10	4,9	5	0,99
30	10	4,9	5	0,99
30	10	4,9	5	0,99

Проведение эксперимента и полученные результаты предоставили возможность получить следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние соотношения компонентов черничного смузи на обобщенную величину органолептических показателей напитка.

$$Y = -0,42 + 6,23 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 - 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 + 0,116 \cdot x_2 - 5,6 \cdot 10^{-3} \cdot x_2^2 \quad (1)$$

Исходя из значений варьируемых факторов и расчётных значений обобщённой характеристики качества напитка в программе «DataFit» была получена математическая модель композиционного состава смузи, которая представлена на рисунке.



Математическая модель композиционного состава черничного смузи

Математическая модель задала иную точку оптимума, отличную от принятой центральной точки. Таким образом оптимальная масса клюквы составляет 26 г, а масса меда – 10,4 г.

Заключение

Работа в программе «DataFit» позволила получить оптимальное значение соотношения компонентов черничного смузи, что в свою очередь гарантирует общий уровень приемлемости готового напитка. По полученным данным был приготовлен образец с оптимальным количеством нормируемых компонентов. В данном образце были определены содержание аскорбиновой кислоты и пектиновых веществ, значение которых соответственно 19 мг.% и 14,2 %.

Список литературы

1. Бакуменко О.Е. *Научное обоснование и разработка технологий обогащенной пищевой продукции для питания студенческой молодежи: автореф. дис. на соиск. степ. док. техн. наук.* – Москва, 2013. – 47 с.
2. Байков В.Г. *Разработка продуктов функционального питания для учащейся молодежи / В.Г. Байков, О.Е. Бакуменко, В.В. Бессонов, А.Ф. Доронин //*

Материалы III Межрегиональной научно-практической конференции «Питание здорового и больного человека». - Санкт-Петербург. - 2005. - С. 9-10.

3. Турушук Е.Г. Разработка ценных пищевых продуктов с добавкой лекарственного природного сырья Крайнего Севера и их товароведная характеристика: монография / Е.Г. Турушук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 152 с.

СИНТЕЗ ПО ЗАДАННОМУ ЗАКОНУ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕНА

М.Р. Фаизов, А.П. Мудров
КНИТУ-КАИ,
г. Казань

На рисунке 1. представлена схема передачи эллиптическими колесами. Здесь ϕ – угол поворота колеса 1, γ – угол поворота колеса 2. Найдем зависимость между указанными углами. На основании теоремы о профилях:

$$\frac{\partial \phi}{\partial \gamma} = \frac{r_2}{r_1} \quad (1)$$

$$r_1 \cdot d\phi = r_2 \cdot d\gamma \quad (2)$$

$$r_1 = \frac{a(1 - e^2)}{1 - e \cdot \cos \phi} \quad (3)$$

$$r_2 = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cdot \cos \phi} \quad (4)$$

Выразив значение косинуса угла, через тангенс половинного угла и сделав ряд преобразований, окончательно получаем:

$$\frac{\tan \frac{\phi}{2}}{\tan \frac{\gamma}{2}} = \frac{1 - e}{1 + e} \quad (5)$$

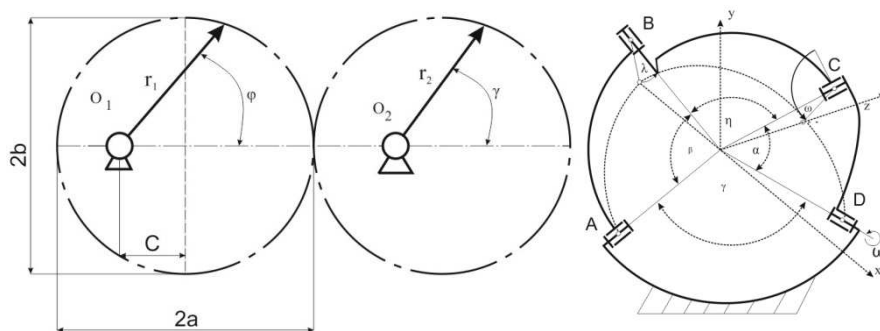


Рис.1. Схемы получения четырехзвенника, заменяющего эллиптические колеса (а – эллиптические колеса, б- сферический механизм)

$$e = \frac{1}{a} \sqrt{a^2 - b^2} < 1 \quad (6)$$

Эксцентриситет эллипса

Для установления зависимости между тангенсами половинных углов поворота кривошипов 1 и 3 в сферическом механизме изобразим указанную схему на сфере определенного радиуса. Для этого из центра сферы проведем радиусы OA, OB, OC и OD. Параллельно соответственно оси шарнира A, B, C и D (рис. 3а). Здесь рассматривается механизм, у которого углы α_1 и α_2 лежат в одном квадранте и притом величина каждого из них меньше 90° . Аналогичный сферический четырехугольник получается и в том случае, когда $\alpha_1 > 90^\circ$ и $\alpha_2 > 90^\circ$. Из сферического треугольника имеем

$$\tan \frac{1}{2}(b + d) = \frac{\cos \frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\cos \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)} \cdot \cot \frac{1}{2}\varphi \quad (7)$$

учитывая, что $b+d=\gamma' = 180^\circ - \gamma$,

$$\frac{\tan \frac{1}{2}\varphi}{\tan \frac{1}{2}\gamma} = \frac{\cos \frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\cos \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (8)$$

Решив совместно выражение и сделав ряд преобразований, получим

$$\tan \frac{1}{2}\alpha_1 \cdot \tan \frac{1}{2}\alpha_2 = e \quad (9)$$

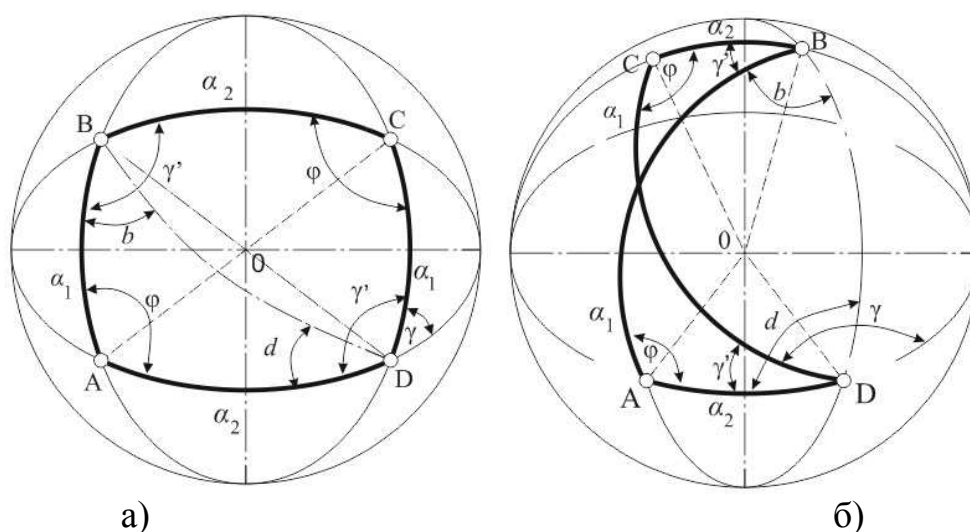


Рис.2. Схемы сферических четырехугольников

(а- для случая, когда $\alpha_1 < 90^\circ$ и $\alpha_2 < 90^\circ$, б – для случая, когда $\alpha_1 > 90^\circ$ и $\alpha_2 < 90^\circ$)

Рассмотрим теперь параллелограмм, у которого $\alpha_1 > 90^\circ$ (в этом случае $\alpha_2 < 90^\circ$) Для этого механизма сферический четырехугольник представлен на рис. 2б.

Из треугольника ABD будем иметь

$$\tan \frac{1}{2}(d - b) = \frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)} \cdot \cot \frac{1}{2}\varphi \quad (10)$$

или же, приняв во внимание, что $d - b = \gamma' = 180^\circ - \gamma$

$$\frac{\tan \frac{1}{2} \varphi}{\tan \frac{1}{2} \gamma} = \frac{\sin \frac{1}{2} (a_1 - a_2)}{\sin \frac{1}{2} (a_1 - a_2)} \quad (11)$$

Из выражений (6) и(10) после ряда преобразований будем иметь

$$\cot \frac{a_1}{2} \cdot \tan \frac{a_2}{2} = e \quad (12)$$

Если же взять механизм, у которого $\alpha_1 < 90^\circ \alpha_2 > 90^\circ$, то по аналогии с предыдущим случаем получим

$$\tan \frac{a_1}{2} \cdot \cot \frac{a_2}{2} = e \quad (13)$$

Итак, формулы позволяют найти параметры механизма, заменяющего эллиптические колеса с заданным эксцентриситетом e .

Список литературы

1. Яруллин М.Г., Хабибуллин Ф.Ф. Кинематика двухподвижного дезинтегратора с приводом на базе пространственных 4R механизмов.
2. Яруллин М.Г., Хабибуллин Ф.Ф. К обоснованию структурных параметров механизмов приводов двухподвижного дезинтегратора // В сборнике: Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины сборник научных статей по материалам XII международной научно-технической конференции: в 2 частях. - 2016. - С. 263-269.
3. Яруллин М.Г., Фаизов М.Р. Кинематика балансира сферического четырехзвенника // XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 8–10 ноября 2017 года: Материалы конференции. Сборник докладов: в 4 т. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2017. – Т. 3. – 763 с.: С.258-262 ISBN 978-5-9690-0395-8 (т. 3) ISBN 978-5-9690-0392-7.
4. Яруллин М.Г., Фаизов М.Р., Синтез сферических четырехзвенников с вращательными парами в программе SOLIDWORKS // Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 6-й международной научно-практической конференции / Под ред. А.Н. Евграфова и А.А. Поповича.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - №6. – С. 250-261. ISSN 2223-0807.
5. Яруллин М.Г., Исянов И.Р. Структурное исследование двухподвижного пятизвенного пространственного механизма со сдвоенным кривошипом// Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 6-й международной научно-практической конференции / Под ред. А.Н. Евграфова и А.А. Поповича. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. ISSN 2223-0807, DOI 10.1872/ММФ-2017-20, с. 239-249.
6. Яруллин М.Г., Исянов И.Р., Мудров А.П., Кинематика плоского двухподвижного пятизвенного рычажного механизма // Современное машиностроение: Наука и образование: Материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конференции. / Под ред. М.М. Радкевича и А.Н. Евграфова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С.297-305, ISSN 2223-0807.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОРЕЗИСТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

А.Л. Проскурнин, В.Р. Воронин, О.А. Проворов, А.Н. Спицин
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ,
г. Невинномысск

Термопреобразователи широко применяются в самых разных областях науки и техники, химической технологии, микроэлектронике, медицине, генной инженерии, микробиологии, системах жизнеобеспечения и т. д. [1]. Измерение температуры, как и измерение других физических величин, не является абсолютно точным и всегда выполняется с некоторыми погрешностями. При измерении изменяющейся во времени температуры возникают динамические погрешности, обусловленные нестационарностью процесса.

Экспериментальные исследования переходных характеристик датчика температуры ДТС 035-50М.В3.100 (терморезистивного преобразователя) проводили с использованием учебно-лабораторного оборудования [2]. Использовалось ступенчатое изменение температуры t_c окружающей среды (воды и воздуха). Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1
Результаты экспериментальных исследований

Нагревание водой, $t_c = 49,5$ °С		Остывание			
		в воде, $t_c = 25,1$ °С		на воздухе, $t_c = 25$ °С	
время, τ , сек	температура $t_{\text{тп}}$, °С	время, τ , сек	температура $t_{\text{тп}}$, °С	время, τ , сек	температура $t_{\text{тп}}$, °С
0	21,7	0	48,8	0	48,8
30	28,1	30	43,5	60	44,1
60	33,2	60	38,8	120	40,4
90	37,1	90	35,3	180	37,0
120	40,7	120	33,0	240	34,2
150	43,0	150	30,9	300	32,2
180	44,9	180	29,4	420	29,3
210	46,0	210	28,2	540	27,5
240	46,8	240	27,4	660	26,8
270	47,5	270	26,8		
300	48,0	300	26,3		
330	48,3	330	26,0		
360	48,6				
390	48,7				

Обработка полученных результатов и построение графиков проводилось с использованием программы Excel.

При ступенчатом изменении температуры окружающей среды динамическая погрешность измерения температуры ($\Delta t_{ТП}$) описывается простой экспоненциальной зависимостью [2]

$$\Delta t_{ТП} = t_c - t_{ТП} = (t_c - t_o) \cdot e^{-\frac{\tau}{\varepsilon}}, \quad (1)$$

где ε – постоянная тепловой инерции (постоянная времени).

Определить величину ε можно двумя способами: 1) построением касательной к точке перегиба кривой разгона; 2) аналитически [3].

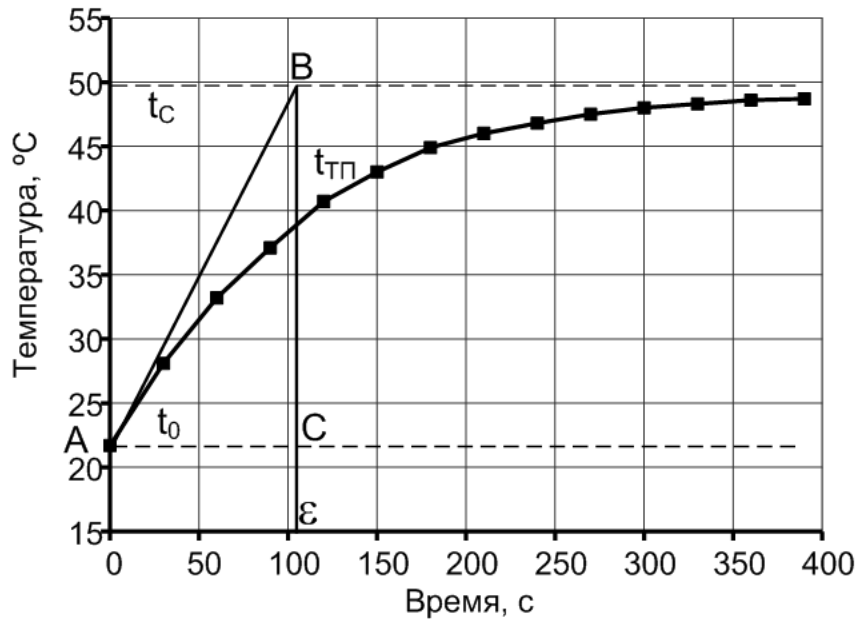


Рис. 1. Изменение температуры теплоприемника во времени (кривая разгона)

На рис. 1 проведена касательная АВ, которая в точке пересечения с прямой, соответствующей температуре t_c (точка В), позволяет определить значение $\varepsilon = 105$ сек.

Для аналитического определения постоянной тепловой инерции, рассмотрим уравнение (1) в логарифмических координатах

$$F = \ln \left(\frac{t_c - t_{ТП}}{t_c - t_o} \right) = -\frac{\tau}{\varepsilon}, \text{ откуда } \varepsilon = -\frac{F}{\tau}. \quad (2)$$

Если построить зависимость F от τ (рис. 2), то котангенс угла α , образованный прямой F и осью τ даст значение ε .

Из рисунка видно, что $\text{tg}\alpha = -0,00949$, а $\text{ctg}\alpha = 1/\text{tg}\alpha = 1/-0,00949 = -105$.

Таким образом, оба метода определения постоянной времени дают одинаковое значение $\varepsilon = 105$ сек.

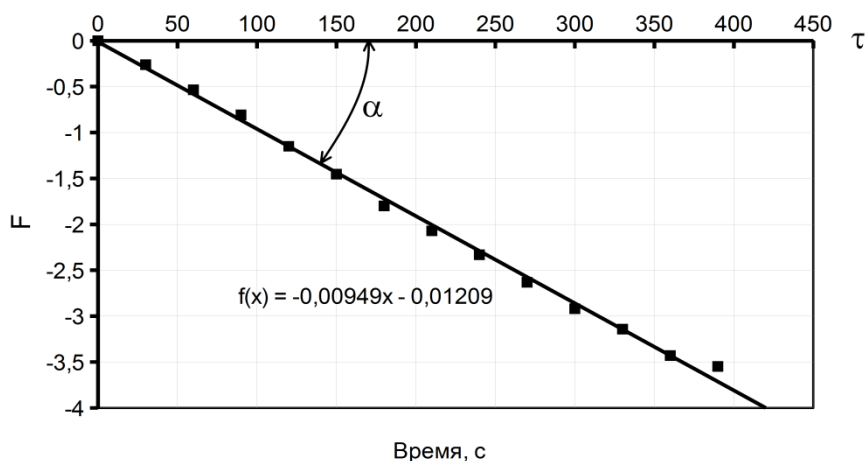


Рис. 2. К аналитическому расчету постоянной времени

Аналогично определяем переходные характеристики терморезистивного преобразователя при охлаждении в воде и на воздухе (рис. 3 и рис. 4).

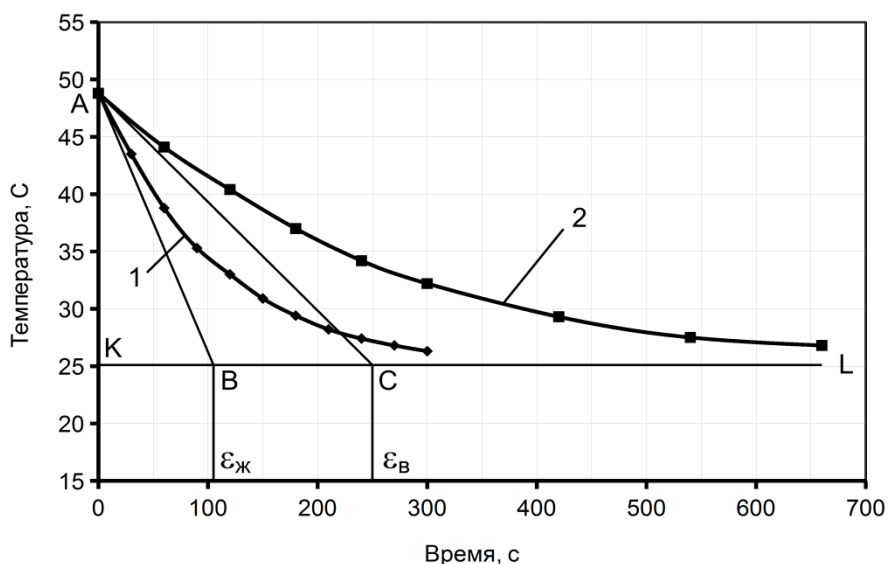


Рис. 3. Кривая разгона процесса охлаждения термометра сопротивления при охлаждении в воде (1) и на воздухе (2)

Результаты измерений и расчетов сводим в табл. 2.

Таблица 2

Переходные характеристики датчика температуры ДТС 035-50М.В3.100

Процесс	Окружающая среда	$t_0, ^\circ\text{C}$	$t_c, ^\circ\text{C}$	Найденное значение ε , сек		При $\tau = 3 \cdot \varepsilon$	
				графически	аналитически	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{п}}/t_c \cdot 100, \%$
Нагревание	вода	21,7	49,5	105	105	48,2	97,4
Охлаждение	воздух	48,8	25,0	250	242	26,4	105,6
	вода	48,8	25,1	105	101	26,1	104,0

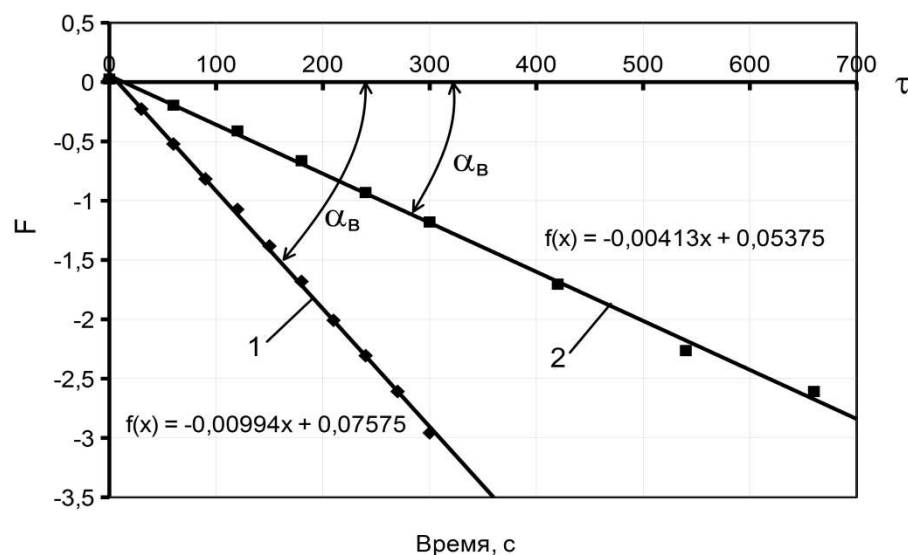


Рис. 4. Определение постоянной времени при охлаждении терморезистивного преобразователя в воде (1) и на воздухе (2)

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы:

1. Графический и аналитический методы определения постоянной времени в уравнении (1) по экспериментальным переходным характеристикам дают практически одинаковые результаты.

2. Постоянная времени, рассчитанная по переходным характеристикам терморезистивного преобразователя при нагревании совпадает с его постоянной времени при охлаждении.

3. Постоянная времени терморезистивного преобразователя зависит от свойств окружающей среды. Так, при охлаждении в воде постоянная времени терморезистивного преобразователя составляет 205 секунд, а при охлаждении на воздухе – 250 секунд, что связано с более низким коэффициентом теплоотдачи металл-воздух.

Список литературы

1. *Термопреобразователи сопротивления. Виды, устройство, монтаж, подключение термопреобразователей сопротивления.* Url: http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_1517.html.

2. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. *Системы управления химико-технологическими процессами.* – М.: Академкнига, 2007. – 690 с.

3. *Промышленные приборы и средства автоматизации: справочник / под ред. В. В. Черенкова.* – Л.: Машиностроение; Ленингр. отд-ние, 1987. – 847 с.

4. Дубовой Н.Д., Дударов Д.А. *Терморезистивные датчики //Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 1997, №3-4.* – С.47-50.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА

Л.В. Котлеревская, М.М. Камышина
Тульский государственный университет,
г. Тула

По данным мониторинга охраны и условий труда, проводимого ФСС РФ, в 2012-2016 годах в Российской Федерации наблюдается тенденция снижения производственного травматизма [1]. Однако анализ состояния производственного травматизма в разрезе основных видов экономической деятельности показывает, что обрабатывающая промышленность занимает лидирующее место по числу травмированных (27,5 %). По данным Федеральной службы по труду и занятости (Роструд), в результате несчастных случаев на производстве в 2015 году в Российской Федерации в организациях всех видов экономической деятельности погибло 2089 работников, что на 255 человек или на 10,9 % меньше, чем в 2014 году (2344 человека), а также произошло 7137 несчастных случаев с тяжелыми последствиями, что меньше чем в 2014 году на 1144 несчастных случая. Две трети несчастных случаев с тяжелыми последствиями приходится на обрабатывающие производства, строительство, транспорт и связь, сельское хозяйство, охоту и лесное хозяйство.

В общей структуре причин несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, произошедших в Российской Федерации в 2015 году, 72,3 % несчастных случаев обусловлены причинами организационного характера (неудовлетворительная организация производства работ и недостатки в обучении работников безопасности труда) и «человеческим фактором» (нарушения работниками требований безопасности и трудовой дисциплины). Так, только по причине неудовлетворительной организации производства работ в 2015 году произошел почти каждый третий (32,1 %) несчастный случай. Технологические и технические (техногенные) факторы послужили причинами 7,8 % несчастных случаев с тяжелыми последствиями.

Таким образом, проблема улучшения охраны и условий труда на производстве является как никогда актуальной.

Среди производств отрасли машиностроения одним из наиболее вредных и, соответственно, характеризующихся высоким уровнем профессиональной заболеваемости является технология сварки [2]. Основными вредными факторами указанной технологии являются повышенное шумовое воздействие на работника, наличие в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД), химический фактор, ультрафиолетовое излучение. Общеизвестным является тот факт, что комплекс вредных факторов сварочного производства оказывает неблагоприятное воздействие на организм, что подтверждается результатами исследований, а также опытом практического здравоохранения.

Это воздействие проявляется в напряжении основных систем организма, росте заболеваемости, преждевременном старении, а также снижении

производительности труда рабочих сварочных профессий. Уровень профессиональной заболеваемости сварщиков превосходит аналогичный показатель (в среднем) у рабочих других профессий. Наиболее уязвимой в плане возникновения профессиональных заболеваний является система органов дыхания [3]. Значительно выше у сварщиков и общая заболеваемость с временной утратой трудоспособности, что также является следствием воздействия комплекса вредных факторов сварочного производства.

Современное сварочное производство является высокотехнологичным и многовариантным.

В зависимости от источника нагрева металла способы сварки плавлением делятся на следующие:

- дуговая сварка;
- плазменная сварка;
- электрошлаковая сварка;
- электронно-лучевая сварка;
- лазерная сварка;
- газовая сварка.

Для получения качественного сварного соединения расплавленный металл в процессе сварки необходимо защищать от окружающей атмосферы. В зависимости от применяемой защиты различают следующие способы сварки:

- покрытыми электродами;
- под флюсом;
- в защитных газах;
- порошковой проволокой;
- в вакууме.

Еще одним признаком классификации, который чаще всего используется применительно к дуговой сварке, является степень механизации процесса. В процессе сварки к основным операциям относятся подача электрода или проволоки в зону сварки и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок. Если обе операции выполняются сварщиком вручную, сварка называется ручной. Если механизирована подача проволоки, сварку называют механизированной или полуавтоматической. Если механизированы обе операции – подача проволоки и перемещение дуги, сварку называют автоматической.

Новейшие технологии не обошли и сварочное производство, которое совершенствуется в ногу со временем. Специалисты полагают, что будущее останется за контактной и дуговой сваркой, а также с применением лазерных технологий. На фоне этого будет снижаться использование газовой технологии сварки.

Значимое направление перспективного развития сварочных технологий напрямую пересекается с наукой о материалах. Необходимо создавать сложные композиционные материалы, а также высокопрочные стали. Все более широкое применение находят сейчас сплавы, содержащие в себе такие металлы, как литий, скандий, циркон. Ведутся работы по созданию хорошо свариваемых титановых сплавов. Наконец, продолжаются активные исследования по

созданию специальных материалов на основе полимеров. Это, по оценкам ученых, должно повысить характеристики жесткости и прочности.

Одной из наиболее значимых тенденций в сварочном деле является происходящий переход на компьютерное моделирование процессов. Автоматизация позволяет использовать принципиально новые методы электрической сварки. Они строятся на быстром изменении тока, сочетании его высоких и низких импульсов и т.д. Все это позволяет сваривать сложные материалы, уменьшать время необходимой работы, повышать качество работы. Кроме того, снижаются требования к квалификации сварщика: нормальный рядовой профессионал с такой аппаратурой способен делать то, для чего прежде требовался высококвалифицированный специалист.

Таким образом, совершенствование технологии сварочного производства способно существенно улучшить условия труда на рабочих местах, что неизбежно приведет к снижению общей и профессиональной заболеваемости работников, а также к сокращению случаев производственного травматизма.

Список литературы

1. *Мониторинг условий и охраны труда в Российской Федерации в 2015, 2016 гг. // URL: <http://www.vcot.info>*
2. *Абрамов Н. О профессиональной заболеваемости // Охрана труда и социальное страхование, № 9. - 2017.*
3. *Баркалова Н. Безопасность сварщика // Охрана труда и социальное страхование, № 1, 2017.*

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЗАГАЗОВАННОСТИ В ОТХОДЯЩЕЙ ТРУБЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ УТИЛИЗИРОВАННОЙ СВАЛКИ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, С.А. Савенкова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Свалка – это серьезный источник загрязнения окружающей среды, представляет собой эпидемиологическую опасность. В глубине мусорной кучи проходят процессы разложения, вследствие этого выделяется токсичный биологический газ, одним из компонентов которого является метан. Происходит глубинное заражение грунта, смрадный воздух разносится ветром на большие расстояния, а если под свалкой находятся грунтовые воды, то они практически отравляются ядом. Кроме того, возгорание выделяемого газа – это довольно частое явление на свалках. Ядовитый дым попадает в атмосферу и отравляет всё живое в радиусе нескольких километров. По мнению многих учёных метан является одним из виновников усиливающегося парникового эффекта.

Свалочный газ формируется при протекании процесса брожения органических компонентов твердых отходов. При разложении органики возникает большое количество водяного пара, в состав которого входят крайне вредные вещества вроде метана (CH₄) и диоксида углерода (CO₂). Образование подобного газа и его эмиссия может повлечь за собой некоторый вред, который выражается в следующем:

- высокая опасность пожара или взрыва;
- осложнения при проведении работы по рекультивации;
- неприятный запах, который ощущается на всей территории;
- выделение ядовитых для человека и животных веществ;
- негативное влияние на климат в виде кислотных дождей.

Именно по этим причинам свалочный газ подлежит немедленному уничтожению при начале рекультивации[1].

Типичный состав биогаза представлен в таблице 1.

Таблица 1
Типичный состав биогаза

Вещество	%
Метан, CH ₄	50 - 75
Углекислый газ, CO ₂	25 - 50
Азот, N ₂	0 - 10
Водород, H ₂	0 - 1
Сероводород, H ₂ S	0 - 3
Кислород, O ₂	0 - 2
Водяной пар	0-10
Аммиак	1

Источники и причины возникновения пожаров на свалках и полигонах ТБО в РФ представлены в таблице 2.

Таблица 2
Источники и причины возникновения пожаров на свалках и полигонах ТБО в РФ

Источник	Причина
1. Техногенный	Инциденты на прилегающих территориях, повлекшие за собой возгорание
2. Социальный	Противоправные несанкционированные действия, отсутствие экологической культуры
3. Надежность объекта	Ошибки при проектировании, отсутствие активной дегазации свалочного газа
4. Надежность персонала	Ошибки и нарушения при эксплуатации
5. Природный	Климатические и природные воздействия

В условиях захоронений, куда поступает практически 80 % общего потока отходов, быстро формируются анаэробные условия, в которых протекает биоконверсия органического вещества (ОВ) с участием метаногенного сообщества микроорганизмов. В результате этого процесса образуется биогаз или, так называемый, свалочный газ (СГ), макрокомпонентами которого являются метан и диоксид углерода (CO₂). Метановое брожение отличает высокий КПД превращения энергии органических веществ в биогаз, достигающий 80-90 %. Биогаз может с высокой эффективностью использоваться как топливо. С помощью газогенераторов (КПД-83 %) его можно трансформировать в электроэнергию (33 %) и тепловую (55 %) энергию. Пригоден он и для ДВС и дизельных двигателей.

Можно утверждать, что в среднем газогенерация заканчивается в свалочном теле в течение 10-50 лет, при этом удельный выход газа составляет 120-200 куб. м. на тонну ТБО.

Газовоздушная смесь, в которой газ занимает лишь 5 % - не горит. Если газ метан занимает от 5 до 15 % - смесь взрывается при наличии закрытого помещения и температуры воспламенения. Если метана в газовоздушной смеси больше 15 % - происходит горение при постоянной подаче кислорода. Когда в помещении метана больше 20 % - наступает удушье, если там находится живое существо. Если газ метан не полностью сгорает – выделяется угарный газ СО, который действует на организм отравляющее. Для полного сжигания 1 кг метана требуется 17,24 кг воздуха (таблица 3).

Таблица 3
Расход окислителя на 1 кг (1 м³) горючего газа

Окислитель Горючий газ	Метан (СН ₄)	Пропан (С ₃ Н ₈)	Бутан (С ₄ Н ₁₀)
Кислород (О ₂)	4 кг (2 м ³)	3,636 кг (5 м ³)	3,586 кг (6,5 м ³)
Воздух	17,24 кг (9,512 м ³)	15,672 кг (23,779 м ³)	15,457 кг (30,914 м ³)

Метан в смеси с воздухом взрывается при концентрации от 5,3% (нижний предел) и до 14 % (верхний предел). Смесь метана с кислородом или воздухом сильно взрывает при зажигании. Однако температура воспламенения метана очень высока, и поэтому он сгорает гораздо труднее, чем водород и все другие углеводороды.

На кафедре охраны труда и окружающей среды Тульского государственного университета (ТулГУ) разработана система автоматизированного контроля температуры и загазованности в отходящей трубе для дистанционного мониторинга состояния утилизированной свалки коммунальных отходов (на одной трубе с возможностью расширения до 200 единиц отводящих труб) в д. Судаково.

Разработанная кафедрой система мониторинга позволит в режиме реального времени контролировать состояние объекта и своевременно устранять

источники загрязнения окружающей среды, а также измерять концентрацию вредных веществ вблизи социальных объектов.

Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (конкурс МД-2018).

Список литературы

1. Боровский М.Я. Свалочный газ: эколого-геофизические аспекты / М.Я. Боровский // Журнал экологии и промышленной безопасности. - 2014. - № 1-2. - С. 9-12.

2. Мешалкин В.П. Организация мониторинга загрязнения атмосферы химически опасными объектами / В.П. Мешалкин, В.В. Лесных, А.В. Путилов, А.А. Горюнкова // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы». – 2015. - №4. – С. 85-88.

3. Горюнкова А.А. Современное состояние и подходы к разработке систем мониторинга загрязнения атмосферы / А.А. Горюнкова // «Известия ТулГУ. Технические науки». - Изд-во ТулГУ, 2013. - Вып.11. - С. 251-260.

Содержание

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Азарова В.А. Проблема эры потребления.....	3
Азарова В.А. Отказ от двигателей внутреннего сгорания.....	4
Аверьянов П.А., Морозов Д.Р., Рылеева Е.М. Системы контроля и мониторинга работы локальных очистных сооружений.....	5
Маслова А.А., Селезнева Д.А. Механический способ очистки сточных вод от нефтепродуктов.....	8
Кирюшина Ю.Н., Рылеева Е.М. Проектирование локальных очистных сооружений для птицефабрики ООО «Авиаген».....	11
Маслова А.А., Белькова А.А. Определение концентрации пыли в воздухе производственных помещений на асфальто-битумном заводе.....	15
Кухта К.В., Рерих В.А., Рылеева Е.М. Функции бактерий нитрификаторов и денитрификаторов в среде активного ила.....	17
Степанова Е.В., Рылеева Е.М. Разработка технологической схемы эффективного удаления загрязняющих веществ из сточных вод мясокомбината.....	19
Петрухин К.А., Алимпиева Ю.А., Рылеева Е.М. Природные сорбенты для очистки сточных вод от ионов меди (II).....	22
Царегородцева К.А., Рылеева Е.М. Оценка эффективности очистки сточных вод целлюлозно-бумажного предприятия.....	25
Скопцова Т.А., Рылеева Е.М. Локальные очистные сооружения для коксохимического предприятия.....	28
Цвеленьева Л.О., Рылеева Е.М. Разработка очистных сооружений для гальванического участка.....	32
Бабичева О.А. Анализ методов разрушения и очистки коллоидных систем.....	35

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Шепелев И.И., Дашкевич Р.Я., Сахачев А.Ю., Головных Н.В., Александров А.В. Вовлечение в переработку алюминийсодержащих отходов с доизвлечением из них ценных компонентов.....	39
Шепелев И.И., Немеров А.М., Кочетков Р.В., Еськова Е.Н., Шиманский А.Ф. Исследования почвогрунтов и техногенных материалов, применяемых для восстановления нарушенных земель в районе шламохранилища АО «РУСАЛ Ачинск».....	42
Павлова Л.А., Ермолаева Е.В. Экологические проблемы современности и рациональное природопользование.....	46
Крылов С.Н., Кондратьева О.Ю., Ревзина Е.М., Кондратьева Е.В. Определении уровня инновационного развития.....	49

Гилевская О.В., Постнов А.Ю., Черемисина О.А., Лаврищева С.А., Мякин С.В., Мальцева Н.В. Энерготехнологическая схема утилизации продуктов сгорания природного газа.....	53
Александрова Ю.В. Медьсодержащие катализаторы очистки промышленных газов от СО.....	56
Самойлова Д.Ю., Тарасов А.Р., Абрашина И.Ю. Влияние тяжелых металлов на биосферу.....	59
Селина В.А., Селина О.С., Рылеева Е.М. Поведение тяжелых металлов в окружающей среде.....	62
Туленинова М.А., Рылеева Е.М. Синергическое воздействие в ряду тяжелых металлов на протеолитическую активность почвы.....	65

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шкробова Н.В., Махонько М.Н., Шелехова Т.В., Зайцева М.Р. Современная фармакотерапия профессиональной бронхиальной астмы.....	68
Левина Н.А., Себякин Ю.Л., Буданова У.А. Направленная модификация гидрофобного и спейсерного блоков катионных амфифилов на основе аминокислот и полиаминов.....	73
Дениева З.Г., Себякин Ю.Л., Буданова У.А. Новый керасомообразующий липид с ненасыщенными фрагментами в гидрофобном блоке.....	75

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Берсенадзе Б.В., Матвеев Ю.Л. Математическая (вероятностная) модель оценки уровня и степени сформированности компетенции.....	77
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Йодометрия.....	82
Кушнарёва О.В. Универсальная педагогическая технология формирования риск-ориентированного мышления обучающихся.....	84

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Болотникова Т.А., Болотникова О.И., Гинак А.И. Оптимизация процесса конверсии твердых целлюлозосодержащих бытовых отходов в технический этанол.....	87
Кабанова И.А., Безфамильная Е.В. Решение вопросов энергосбережения в системах вентиляции.....	89
Марков А.В., Юленец Ю.П. Математическая модель реактора для блочной полимеризации изопрена.....	91
Шилова А.А., Ренев Р.А., Бульбович Р.В., Бачев Н.Л. Разработка комбинированной энергоустановки для утилизации отходов.....	94
Проскурнин А.Л., Каюрова А.А. Влияние состава сырья на оптимальную температуру окисления диоксида серы.....	100
Дударовская О.Г. Определение тепловой эффективности в каналах с хаотичными насадочными слоями.....	104

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Андреева О.Д., Шапарев В.Ю. Система подготовки данных для контроллера.....	106
Чумаченко С.И., Лебедев С.В., Агольцов А.Ю. Применение беспилотных летательных аппаратов для расчета световых условий развития лесных биоценозов.....	108
Бутырин Г.С. Оценка профессионального риска.....	110
Бутырин Г.С. Рабочее место, его организация, эргономика.....	112
Котлеревская Л.В., Силвеева И.В. Пути снижения травматизма в условиях современного производства.....	114
Воинова Е.А. Управление охраной труда в машиностроительной отрасли.....	117
Воинова Е.А. Системный подход при решении задач в области охраны труда.....	119

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Беспалова В.В., Плыгун Е.Д. Разработка оптимальной рецептуры приготовления черничного смузи с добавлением клюквы и мёда.....	122
Фаизов М.Р., Мудров А.П. Синтез по заданному закону движения звена.....	125
Проскурнин А.Л., Воронин В.Р., Проворов О.А., Спицин А.Н. Исследование переходных характеристик терморезистивного преобразователя.....	128
Котлеревская Л.В., Камышина М.М. Совершенствование технологии сварочного производства как фактор улучшения условий труда.....	132
Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Савенкова С.А. Предпосылки разработки системы автоматизированного контроля температуры и загазованности в отходящей трубе для дистанционного мониторинга состояния утилизированной свалки коммунальных отходов.....	134