

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

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

***СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ***

Издательство «Инновационные технологии»  
ТУЛА 2014

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ: тезисы докладов X Междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2014. – 68 с.

Сборник содержит материалы по проблемам состояния и оценки экологической ситуации, рационального природопользования, экологически чистых химических технологий, очистке газовых выбросов в атмосферу, применению новых методов очистки, утилизация промышленных и бытовых отходов жизнедеятельности людей, вопросам радиологической безопасности, путям и методам решения других вопросов экологии.

Выделены приоритетные направления природопользования: экономика, право, образование, а также перспективы устойчивого развития: взаимодействие органов власти, общества и бизнеса в решении экологических проблем. Даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и медицины.

Редакционная коллегия:

Академик РАН С.М. Алдошин, член-корр. РАН В.П. Мешалкин, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, академик НАН Украины В.А. Иванов, д.т.н., проф. В.М. Панарин, к.и.н. Г.А. Голубев, к.т.н. А.А. Горюнкова.

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

ISBN 978-5-905762-06-2 © Авторы докладов, 2014

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2014

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

### **ВОПРОСЫ ГЛУШЕНИЯ ШУМА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ДВС**

В.Ю. Виноградов, Н.В. Виноградова, В.Е. Маслов, А.А. Сайфуллин  
КНИТУ-КАИ,  
г. Казань

Глушение акустических характеристик двигателя является важнейшей задачей в процессе разработки и эксплуатации автотранспортных средств. Процесс глушения шума многогранен, поэтому эта проблема является комплексной задачей, которую необходимо решать на ранней стадии, то есть на этапе проектирования изделия. Мы остановимся на уменьшении шума выхлопной струи, которая вытекает из рассекателя неоднозначно, то есть с подпором и с определенной частотой следования импульсов. В процессе исследования проблемы, коллективом был разработан макетный, а вскоре и опытный образец глушителя шума. Глушитель шума предназначен для снижения уровня акустических характеристик выхлопной струи автомобильного двигателя. Состоит из корпуса содержащего входной расширяющийся и выходной сужающийся патрубков. Причем пластины в данных патрубках выполнены с перфорацией и расположены вдоль по потоку. Средний участок является турбулизирующей камерой преобразующей газовый поток из одного состояния в другое. В процессе преобразования и расщепления струи на отдельные струйки уменьшаются газодинамические и акустические характеристики пульсирующей струи. В процессе доводки и исследования акустических характеристик был получен образец, который удовлетворяет условиям по шуму. А также снижаются выделения вредных примесей выхлопной струи, так как решается задача полного сгорания топлива без подпора основного глушителя за счет прямооточности выхлопных камер. Таким образом решается задача снижения шума выхлопной струи двигателя, за счет интенсификации смешения внутри смесителя, а также за счет образования внутри смесителя множества проточных резонаторных каналов камер. Кроме того, за счет уменьшения гидравлического сопротивления улучшаются технические характеристики двигателя в процессе эксплуатации. Предлагаемый глушитель шума позволяет повысить экономичность работы двигателя в широком диапазоне изменения режимных параметров двигателя.

**МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦЕМЗАВОДА «ПРОЛЕТАРИЙ»  
В Г. НОВОРОССИЙСКЕ**

П.В. Чертков

Кубанский Государственный университет, филиал в г. Новороссийске,  
г. Новороссийск

Проведение лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха осуществляет лаборатория по экологии ОАО «Новоросцемент». Лаборатория аккредитована на этот вид деятельности.

Наблюдение проводится в контрольных точках на границе санитарно-защитной зоны и жилой застройки. Цель наблюдений – определение максимально разовых концентраций загрязняющих веществ, которые создаются при направленных от предприятий, сравнение полученных результатов со знанием ПДК для этих веществ, установленных для атмосферного воздуха населенных пунктов и принятие мер в случае выявления превышения. Вид наблюдений – подфакельное.

Перечень приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих обязательному контролю, определен действующим томом ПДВ и включает следующие ингредиенты: диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества. Наблюдение проводится посезонно, в течение 10 дней подряд, 4 раза в сутки, в период неблагоприятных метеоусловий наблюдение проводится через каждые 3 часа. Общее количество запланированных наблюдений за год в каждой контрольной точке за одной примесью составляет не менее 50 раз. Одновременно с отбором проб проводятся метеорологические наблюдения: скорость ветра, температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, состояние погоды.

Для определения максимальных значений концентрации загрязняющих веществ, которые создаются при направленных выбросах от цемзавода «Пролетарий» на восточный район города, а также размера зоны распространения примесей от данного предприятия, организуются подфакельные наблюдения, т.е. измерения концентраций примесей под осью факела выбросов из труб промышленного предприятия. Местоположение точек, в которых производится отбор проб воздуха для определения концентраций вредных веществ, меняется в зависимости от направления факела. Подфакельные наблюдения проводятся в районе отдельно стоящего источника выбросов или группы источников на территории города.

Отбор проб при подфакельных наблюдениях проводятся на расстояниях 0,5; 1; 2 км. Данные наблюдения на близких расстояниях от источника характеризуют загрязнение атмосферы нижними источниками и неорганизованными выбросами, а на дальних – сумму от низких, неорганизованных и высоких выбросов. Измерения концентраций проводят в

центральных точках, расположенных по оси факела на различных расстояниях от источника выброса, и в точках слева и справа от линии, перпендикулярной оси факела. Отбор проб воздуха под факелом осуществляется на высоте 1,5–3,5 м от поверхности земли в соответствии с методикой. Под факелом предприятия выполняются наблюдения только за специфическими вредными веществами, характерными для выбросов цемзавода «Пролетарий».

В атмосферный воздух города Новороссийска от цемзавода поступает большое количество различных вредных веществ. Основными специфическими веществами, подлежащими контролю являются:

Пыль – метод измерения гравиметрический, отбор проб на фильтры АФА-ВП. Средства измерения: счетчик газа ротационный РГ-40, весы электронные модель Е02140, второй класс точности, весы лабораторные равноплечие, модель ВЛР-200.

Диоксид азота – метод фотометрический, отбор проб на пленочный сорбент. Средства измерения: пробоотборное устройство ПУ-4ЭС, фотометр фотоэлектрический КФК-3, весы электронные, весы лабораторные равноплечие, второй класс точности. Метод хемилюминесцентный. Средства измерения – газоанализатор окислов азота, модель Р-310.

Диоксид серы – метод фотометрический. Отбор проб на пленочный сорбент на основе тетрахлормеркулата натрия. Средства измерения: пробоотборное устройство ПУ-4ЭС, фотометр фотоэлектрический КФК-3, весы электронные и весы лабораторные. Метод хемилюминесцентный. Средства измерения - газоанализатор диоксида серы, модель С-310.

Оксид углерода – метод электрохимический. Средства измерения - газоанализатор оксида углерода, модель «Каскад-511,2-1».

Для улучшения качества мониторинга и уменьшения погрешности при получении информации о состоянии окружающей среды следует уделять большое внимание методике проведения мониторинга.

Лабораторией по экологии ОАО «Новоросцемент» регулярно осуществляется отбор проб воздуха и метеорологические наблюдения на подфакельных постах в непосредственной близости от цементных заводов (в санитарно – защитной зоне предприятия), в том числе и на цемзаводе «Пролетарий».

Лаборатория по экологии ОАО «Новоросцемент» оборудована приборами нового поколения, которые значительно снижают погрешность полученных измерений, а следовательно, результаты, полученные при проведении мониторинга обладают большой достоверностью.

Количество поступающих загрязняющих веществ в атмосферу зависит от многих параметров, таких как:

- объем выпускаемой продукции;
- количества природного топлива, сжигаемого в процессе производства;
- эффективности различных рыле улавливающих установок;
- своевременного технического ремонта пылеулавливающего оборудования;

- внедрение новых технологий в цементной промышленности (модернизация пылеулавливающего оборудования, новые технологические методики производства цемента и т.д.);
- постоянный контроль за количеством различных выбрасываемых загрязняющих веществ в окружающую среду;
- постоянный мониторинг влияния различных загрязняющих веществ на окружающую среду и т.д.

Если все эти пункты выполняются на производстве, то значительно снижается поступление загрязняющих веществ в окружающую среду.

### **Список литературы**

1. Безуглая Э.Ю. *Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах* / Э.Ю. Безуглая. - Л: Гидрометеоиздат, 1986. - 15-17с.
2. Алексеенко В.А. *Экологическая геохимия* / В.А. Алексеенко. – М: Логос, 2000. - 362-401.
3. Коровин В.И. *Природа Краснодарского края* / В.И. Коровин. - Краснодар: кн. издат., 1986. - 32-40с.
4. Гужин Г.С. *Экология Кубани* / Г.С. Гужин. - Краснодар: Изд-во Краснодарского экспериментального центра развития образования, 1995. - 15-30 с.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ЕРУНАКОВСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Г.И. Трофимова

Филиал Томского государственного архитектурно-строительного университета,  
г. Ленинск-Кузнецкий

В процессе ведения горных работ на карьерах Ерунаковского угольного месторождения возникают неизбежные изменения окружающей среды, под которой в общепринятом смысле понимается верхняя часть литосферы, гидросфера и нижний слой атмосферы Земли, находящиеся в зоне непосредственного контакта и взаимодействия с человеком. Перечисленные элементы окружающей среды, образующие в совокупности биосферу, непосредственно воспринимают техногенную нагрузку открытых горных разработок.

Техногенные воздействия на геологическую среду, вызываемые горнодобывающими предприятиями имеют продолжительный и, как правило, необратимый характер. С прекращением производственной деятельности на предприятии возможно и прекращение техногенного воздействия, но восстановление свойств геологической среды не произойдет. Этот техногенно преобразованный участок литосферы с новыми свойствами и может нести в себе опасность.

Сравнительный анализ степени техногенного воздействия на геологическую среду при открытой и подземной отработке показывает, что при подземной отработке полезных ископаемых, используя закладку выработанного пространства, можно достичь минимального изменения свойств геологической среды, чем при открытом способе разработки угольных месторождений.

При этом характер и масштабы изменений состояния окружающей среды зависят от природных и производственно-технологических особенностей разработки угольных месторождений, что наглядно показано в таблице 1.

Таблица 1  
Особенности разработки угольных месторождений

Компоненты окружающей среды	Техногенные воздействия	Негативные последствия
Геологическая среда	Извлечение больших объемов угля, выемки вскрышных пород и формирование глубоких выемок. Дренаживание подземных вод. Самовозгорание углей. Применение взрывных работ и горнотранспортного оборудования. Транспортирование угля, захоронение отходов производства и вредных веществ. Сооружение породных отвалов и шламохранилищ.	Изменение напряженно-деформированного состояния горных пород, снижение их прочности и устойчивости в бортах карьеров и отвалах. Развитие опасных геологических процессов и явлений в бортах карьеров и откосах отвалов. Формирование техногенного ландшафта, сокращение площадей плодородных земель. Загрязнение почв и грунтов и развитие микросейсмических явлений, деформирование зданий и сооружений.
Водные ресурсы	Осушение месторождений. Ликвидация или перенос поверхностных водоемов и водотоков. Сброс карьерных и дренажных вод. Устройство водозаборов для технических и бытовых нужд предприятия	Нарушение гидрогеологического режима подземных вод. Истощение запасов подземных и поверхностных вод, их загрязнение. Исчезновение мелких рек и ручьев.
Воздушный бассейн	Организованные и неорганизованные выбросы вредных веществ в атмосферу	Запыление и загрязнение атмосферы в рабочей зоне карьера и прилегающей территории. Рост числа заболеваний среди населения.

Основной причиной возникновения экологических проблем является техногенное воздействие на геологическую среду, которое выражается в виде отчуждения геологического пространства, изменения свойств геологической среды, изменение форм поверхности (ландшафтов) и радикальном изменении гидродинамической и гидрогеохимической обстановки. Карта современного антропогенного нарушения территории Ерунаковского района показана на рис.1

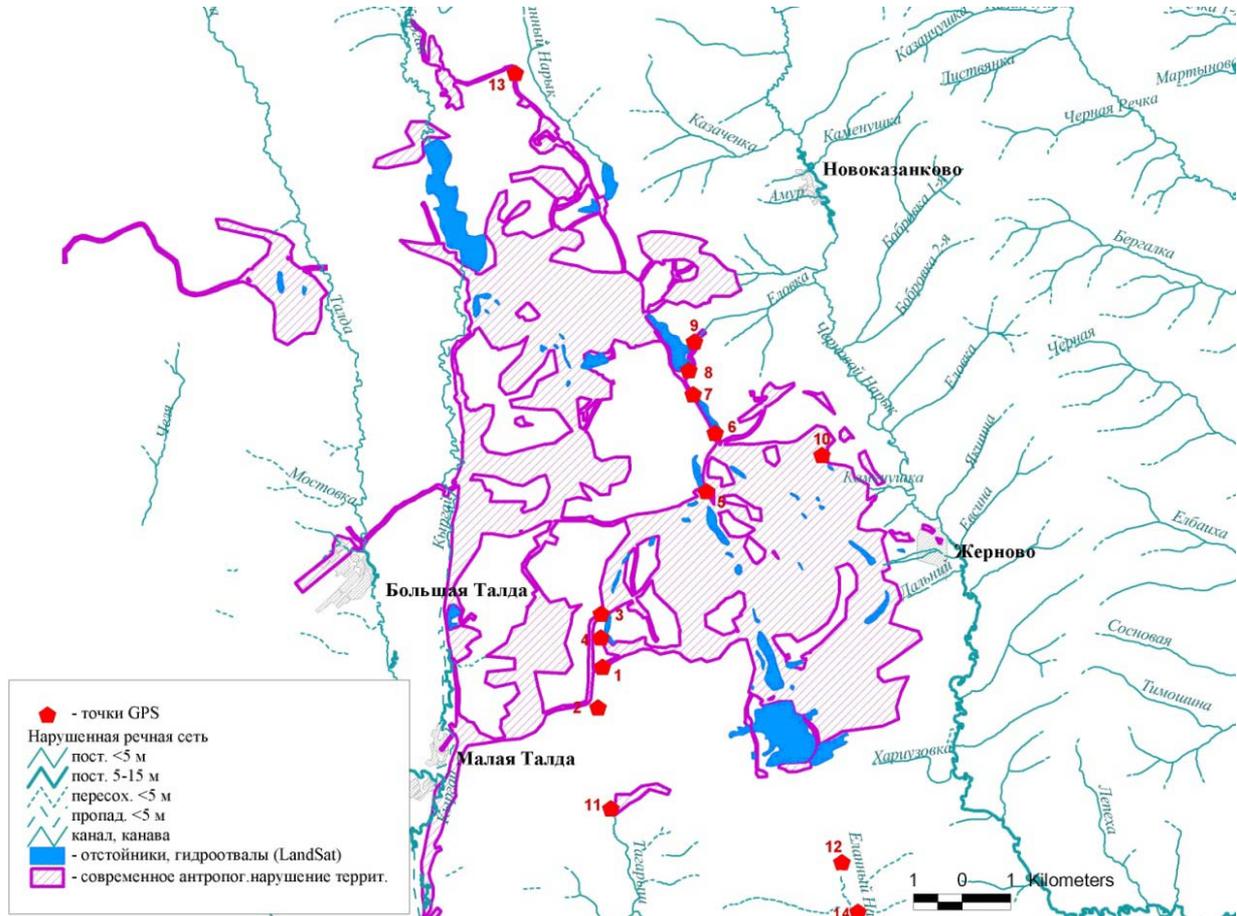


Рис. 1. Карта современного антропогенного нарушения территории

Все техногенные воздействия подразделяются на обратимые и необратимые, которые в свою очередь, могут быть прямыми и косвенными. К необратимым техногенным воздействиям относятся: изменение свойств геологической среды и изменение форм поверхности Земли. Техногенные воздействия, длящиеся более продолжительности жизни одного поколения также относятся к необратимым. Участок геологической среды, подвергнутый техногенному воздействию, которое повлекло за собой изменение свойств геологической среды, может нести в себе опасность для окружающей живой среды и требует к себе пристального внимания.

Основным источником техногенного воздействия при разработке угольных месторождений Ерунаковского района является применяемое горнотранспортное оборудование, взрывные работы, движение автотранспорта. Работающий автотранспорт оказывает большое отрицательное влияние на состояние атмосферы.

При переэкскавации вскрышных пород во внешние и внутренние отвалы, на углеразрезах Ерунаковского района используются экскаваторы.

Выполняемые на карьерах работы по осушению угольных месторождений приводят к значительным изменениям гидродинамического режима подземных вод. В то же самое время формирование внешних отвалов в логах и долинах рек приводит к нарушению естественного стока поверхностных вод и формированию водохранилищ, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду.

Основными источниками выделения пыли являются: выемочно-погрузочные, транспортные, буровые работы, а также сдувание пыли с обнаженных плоскостей отвалов, угольных и породных уступов.

Источниками выделения вредных газов является работа машин и механизмов с двигателями внутреннего сгорания, при работе которых выделяется окись углерода, окислы азота, предельные углеводороды, сажа.

Природоохранная деятельность на карьерах – это совокупность научно-обоснованных организационно-технических мероприятий, практическая реализация которых в рамках отдельных горнодобывающих предприятий или регионе в целом обеспечивает достижение установленных экологических норм и нормативов непосредственно в процессе ведения открытых горных работ. Составной частью этих мероприятий являются: оптимизация организационных структур управления охранной природы, сокращение количества сбрасываемых неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, перевод на нормируемое водопотребление и замкнутые бессточные системы водообеспечения, ликвидация мелких промышленных и коммунально-бытовых котельных, оснащение источников выбросов вредных веществ в атмосферу высокоэффективным пылегазоулавливающим оборудованием, увеличение темпов и качества работ по рекультивации нарушенных горными работами земель, а в последние годы – создание и внедрение экологически безопасных (чистых) технологических процессов добычи полезных ископаемых открытым способом с максимальной утилизацией образующихся жидких, твердых и пылегазообразных отходов производства. Основные виды природоохранной деятельности на карьерах приведены в таблице 2.

Таблица 2

Виды природоохранной деятельности и перечень решаемых ими задач

<p>Охрана поверхностных и подземных вод</p>	<p>Предотвращение понижения уровня подземных вод, их истощения и обезвоживания почв на прилегающих территориях; сокращение притоков воды в горные выработки, уменьшение загрязнения карьерных и дренажных вод, очистка сточных вод от вредных примесей до безопасных уровней; максимальное использование очищенных сточных вод на производственные нужды</p>
---	--

Продолжение таблицы	
Охрана атмосферного воздуха	Создание технологических процессов и горнотранспортного оборудования, обладающих низким пылегазообразованием; предотвращение и снижение выделения вредных выбросов в атмосферу при производстве горных работ; разработка и освоение способов, систем улавливания и утилизации газообразных продуктов, образующихся при сжигании в топках котлоагрегатов; предотвращение самовозгорания и пыления породных отвалов, открытых складов руды и угля, бортов карьеров; тушение эндогенных пожаров
Охрана и рациональное использование земель	Совершенствование горных работ в направлении сокращения изымаемых из оборота нарушаемых земель; ускорение темпов и снижение трудоемкости рекультивационных работ; рационализация способов технической и биологической рекультивации земель, включая восстановление гидродинамического режима грунтовых вод; создание и освоение комплексов специальных машин для рекультивации; разработка мероприятий и технических средств, исключающих отрицательное воздействие горных работ на прилегающие территории
Охрана недр и комплексное использование минеральных ресурсов	Снижение потерь полезных ископаемых при добыче; вовлечение в эксплуатацию некондиционных и сложноструктурных залежей; извлечение полезных ископаемых из разубоженной горной массы; селективная выемка и использование сопутствующего минерального сырья; утилизация попутного газа (метана)

В последние годы при разработке угольных месторождений Ерунаковского района Кузбасса открытым способом применяются различные, в том числе дистанционные методы наблюдений за изменением ландшафта местности, гидрографической сети, подземных вод, почв и атмосферы. Вместе с тем, как показали наши исследования, недостаточно внимания уделяется наблюдениям за напряженно-деформированным состоянием горных массивов в бортах карьеров, изменением физико-механических свойств пород и развитием опасных геологических процессов. В связи с этим при организации мониторинга геологической среды угледобывающих комплексов исключительно актуальное значение приобретает организация наблюдений за

следующими компонентами:

- напряженно-деформированным состоянием горных пород в бортах карьеров;
- изменением состояния и физико-механических свойств горных пород;
- развитием опасных природных и техноприродных процессов в бортах карьеров и отвалах;
- загрязнением поверхностных и подземных вод;
- загрязнением атмосферы.

Организация мониторинга требует предварительной оценки состояния геологической среды, обоснования наблюдательной сети и методов наблюдений. Решение данной задачи должно базироваться на анализе результатов предыдущих наблюдений с учетом установленных закономерностей деформирования бортов угольных карьеров.

Наблюдения за развитием геодинамических процессов рекомендуется осуществлять с использованием ГИС-технологий и комплекса спутникового навигационного оборудования (G PS-приемников). Для использования современных геодезических технологий необходимо решить следующие задачи:

- провести инженерно-геологическую и топографическую съемку территорий действующих карьеров и отвалов с целью выявления участков деформаций бортов карьеров и развития опасных процессов и явлений;
- создать опорную линейно-угловую сеть для организации мониторинга за горизонтальными перемещениями грунтовых массивов;
- создать опорную высотную сеть для наблюдений за вертикальными перемещениями массивов горных пород;
- провести геодезические наблюдения за вертикальными и горизонтальными перемещениями массивов горных пород с оценкой развития геодинамических процессов в бортах карьеров. Одновременно рекомендуется организовать геофизические наблюдения за напряженно деформированным состоянием горных пород в бортах карьеров и развитием глубинных оползневых процессов.

Выполнение наблюдений за атмосферой и и подземными водами должно осуществляться в соответствии с целевой комплексной программой мониторинга, которая разрабатывается с учетом природно-техногенных факторов, влияющих на состояние окружающей среды при разработке угольных месторождений открытым способом. Получаемые в процессе мониторинга результаты имеют важное практическое значение при прогнозной оценке состояния окружающей среды, реконструкции угольных карьеров и разработке мероприятий по обеспечению геозкологической безопасности в процессе эксплуатации углеразрезков.

## АНАЛИЗ ПУТЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЧИ ПИРОЛИЗА

Т.М. Еникеева, А.Р. Сахипгареева  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа

Процесс пиролиза (термическое разложение органических и многих неорганических соединений) нефтегазового сырья был запатентован в 1877 году российским инженером-химиком А.А. Летним. Процесс термического пиролиза углеводородного сырья необходим для получения низкомолекулярных олефинов — этилена и пропилена. Перерабатываемые и получаемые на установке нефтепродукты по своим физико-химическим свойствам являются пожароопасными, взрывоопасными и вредными веществами. Опасным оборудованием процесса пиролиза является печь, в котором используются высокие температуры (до 1000 °С) и опасные вещества (углеводороды, газы нефтепереработки С<sub>2</sub>-С<sub>4</sub>, бензиновые фракции, газойлевые фракции). При пиролизе углеводородов происходят процессы рекомбинации углеводородов и их поликонденсации, которые приводят к образованию кокса, отлагающегося на внутренней поверхности труб. Змеевик претерпевает дополнительные температурные нагрузки. [1]. Сырье – смесь углеводородов, обладает высокой испаряемостью при обычной температуре, огнеопасно,  $t_{\text{вспышки}} = 10.6^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{самовоспл}} = 474^{\circ}\text{C}$ , обладает наркотическим действием, действует на центральную нервную систему, кровеносные органы. Вдыхание большого количества паров бензина вызывает отравление, приводящее к потере сознания или смерти. Пары углеводородов в смеси с воздухом взрывоопасны. В процессе пиролиза сырье расщепляется на водород, метан, этилен, этан, пропилен, пропан, углеводороды С<sub>4</sub>, С<sub>5</sub>, С<sub>6</sub> и выше, которые в смеси представляют собой пирогаз, подвергающийся в дальнейшем разделению.

Пирогаз горит и в смеси с кислородом воздуха образуют взрывоопасные смеси. При концентрации этих веществ в воздухе между нижним и верхним пределами взрываемости и при наличии источника загорания (открытый огонь, искра, нагретые части оборудования) может произойти взрыв, последствия которого могут повлечь значительные разрушения близлежащих объектов и гибель персонала.

Опасность технологического процесса определяет:

1. Применение в качестве сырья и реагентов жидких, газообразных токсичных углеводородов С<sub>1</sub>, С<sub>5</sub> предельного и непредельного ряда, имеющих низкий нижний предел воспламенения и достаточно широкий диапазон между нижним и верхним пределами воспламенения некоторых продуктов (водород-нижний предел 4.15 %, верхний предел 75 %; этилен-нижний предел 3.11 %, верхний предел 32 %).

2. При завышении допустимых параметров в аппаратах и трубопроводах, в связи, с чем может произойти разрыв, нарушение

герметичности торцевых и сальниковых уплотнений в аппаратах, насосно-компрессорном оборудовании и выход пожаровзрывоопасных продуктов в атмосферу.

3. Возможность получения острых отравлений из-за неприменения средств газозащиты при проведении газоопасных работ, разгерметизации трубопроводов и аппаратов, когда в атмосферу выделяются газы, пары, жидкости, пыли в количествах, превышающих ПДК (предельные углеводороды ПДК=300 мг/м<sup>3</sup>).

4. Многие процессы и работающее оборудование создают повышенную вибрацию и шум, которые отрицательно действуют на работников [2].

Эффективным противопожарным средством является паровая завеса, которая позволяет исключить возможность контакта с огнем взрывоопасных паровоздушных смесей, образующихся при разливе горючих жидкостей и газов во время аварий технологических аппаратов. [3].

Работа установки связана с выбросами вредных веществ в атмосферу. На установке пиролиза технологический процесс осуществляется в герметически закрытой аппаратуре, отсутствуют постоянные выбросы продуктов в атмосферу и на факел, что позволяет избежать возникновение организованных выбросов (дымовые газы – газы от трубчатой печи через дымовую трубу, обеспечивающую рассеивание загрязняющих веществ до ПДК на границе санитарно-защитной зоны; выбросы газов с компрессорной; сбросы от предохранительных клапанов направляются на свечу для рассеивания в атмосферу), загрязняющих атмосферу. По защите водной среды предложены следующие мероприятия: в зимнее время необходимо постоянно следить за работой водяных спутников, за состоянием водяных линий и обогреваемых аппаратов и трубопроводов. По атмосферному воздуху: освобождение аппаратуры от газообразных продуктов при сбросе давления производить в топливную и закрытую факельную систему; для перекачки лёгких нефтепродуктов применять насосы с двойным торцевым уплотнением; для уменьшения уровня загрязнения атмосферы выбросами использовать только закрытую систему сброса от предохранительных клапанов на факел. По отходам производства: герметизация всех возможных мест соединений оборудования на установке для устранения утечек [4].

### Список литературы

1. Мухина Т.Н. Пиролиз углеводородного сырья. - М.: Химия, 1987. - 240 с.
2. Брейман М.И. Безопасная эксплуатация оборудования на открытых площадках. - М.: Химия, 1978. - 208с.
3. Малинин В.Р., Хорошилов О.А. Пожарная безопасность трубчатых печей: учебно-метод. пособие. - СПб.: СПбУ МВД, 1999. - 160с.
4. Масальский К.Е., Годик В.М. Пиролизные установки. – М.: Химия, 1968. - 144 с.

## ДЕСТРУКЦИЯ 1,3–ДИГИДРОКСИБЕНЗОЛА В КОАКСИАЛЬНОМ БЕЗДИАФРАГМЕННОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

А.В. Желовицкая<sup>1</sup>, А.Ф. Дресвянников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева,

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

На сегодняшний день вопрос очистки сточных вод, содержащих трудноокисляемые органические соединения является актуальным. Одним из источников образования таких стоков являются производства по получению лекарственных форм [1]. Согласно литературным данным эффективными являются технологии, в которых окислительными агентами выступают частицы  $\text{OH}\cdot$ ,  $\text{HO}_2\cdot$  и  $\text{HO}_2^-$ . Среди таких технологий выделяют метод непрямого электрохимического окисления. Сущность непрямого электрохимического окисления заключается в электрогенерации окислительных частиц *in situ* путем катодного восстановления кислорода с получением продуктов реакции –  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HO}_2^-$ ,  $\text{OH}\cdot$  и  $\text{HO}_2\cdot$  [2].

В данной работе была проведена оценка необратимости электродных процессов при непрямом окислении 1,3–дигидроксибензола. Для оценки природы электродных процессов используют угловые коэффициенты зависимостей  $\lg i = f(\lg V)$  – критерий Семерано ( $X_v$ ) [3]. Значение  $X_v$  меняется в интервале от 0 до 1. Значения  $X_v$  от 0.5 до 1 указывают на необратимость электродного процесса.

В таблице представлены значения критерия Семерано для разных материалов катода и составов раствора. Значение критерия превышает величину 0.5, что указывает на необратимость электродного процесса.

При оценки диагностических критериев обратимости необходимо учитывать, что выполнение  $X_v=0.5$  является необходимым, но недостаточным условием обратимости процесса. Дополнительным критерием обратимости может служить отношение анодного и катодного пиков тока ( $i_{\text{па}}/i_{\text{пк}}$ ), которое не зависит от скорости [3]. Подтверждением необратимости процесса свидетельствует отношение пиков токов (таблица)

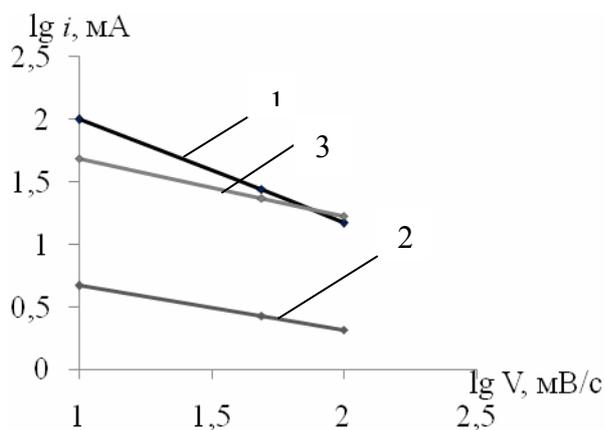
Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о необратимости катодного процесса, результатом которого является образование метастабильных реакционноспособных частиц в результате восстановления растворенного кислорода.

## Условия и критериальные характеристики электродных процессов

Материал электрода	Раствор	$X_v$	$i_{па}/i_{пк}$
Платина	0.01 М NaOH	0.70	0.71
Сталь X18H10T	0.01 М NaOH	0.84	0.80
Платина	0.25 мМ 1,3-дигидроксибензол + 0.01 М NaOH	0.55	0.66
Платина	0.50 м М 1,3-дигидроксибензол + 0.01 М NaOH	0.57	0.80
Платина	1.0 мМ 1,3-дигидроксибензол + 0.01 М NaOH	0.62	0.80
Сталь X18H10T	0.25 мМ 1,3-дигидроксибензол + 0.01 М NaOH	0.97	0.84

Приэлектродный процесс контролируется диффузией, что подтверждается линейной зависимостью  $\lg i = f(\lg V)$  (рисунок).

Установлено, что необратимость катодных процессов обусловлена генерированием в результате восстановления растворенного кислорода метастабильных активных продуктов, вступающих во взаимодействие с органическим компонентом сточных вод.



Логарифмическая зависимость катодного тока от скорости развертки потенциала: 1 – 0.01 М NaOH (платина), 2 – 0.01 М NaOH (сталь X18H10T), 3 – 0.25 мМ 1,3-дигидроксибензол + 0.01 М NaOH (платина)

### Список литературы

1. Garrido, J.A. *Mineralization of Drugs in Aqueous Medium by Advanced Oxidation Processes* / J. A. Garrido [and ets.] // *Portugaliae Electrochimica Acta.* – 2007. – V. 25. – № 1. – P. 19 – 41.
2. Oturan, M.A. *Electrochemical Advanced Oxidation Processes (EAOPs) for the Environmental Applications* / M.A. Oturan [and ets.] // *Portugaliae Electrochimica Acta.* – 2007. – V. 25. – № 1. – P.1–18.
3. Гороховская, В.И. *Практикум по электрохимическим методам анализа* / В.И. Гороховская, В.М. Гороховский. – М.: Высш. шк., 1983. – 185с.

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРИМЕСЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Л.М. Левченко, А.К. Сагидуллин, В.В. Шемякин, О.В. Шуваева  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,  
г. Новосибирск

Известно [1-5], что очистка сточных вод очень сложная проблема, в силу того, что состав вод различен. В настоящее время разработаны многочисленные технологии очистки сточных вод, основанные на применении совокупности методов – фильтрации, коагуляции, флокуляции, катионно-анионной обработки, диализа и др.

Преимущество получили методы адсорбции, используемые в технологиях очистки сточных вод. Существенным отличием является несложное аппаратное оформление, большой выбор различных адсорбентов, проведение процесса очистки до санитарного уровня по примесям металлов при малых затратах [6].

Как правило, для очистки сложного состава сточных вод используются одновременно катионообменники и анионообменники, а зачастую адсорбционная колонка, либо фильтр заполняется определенным числом слоев различных сорбентов, тип и количество которых зависит от состава воды [7].

Целью работы было исследование процессов сорбции Al, Fe, Mn, Cu, Cr, Zn, Ni в сточных водах, с применением нанопористых углеродных модифицированных сорбентов (НУМС).

Процесс очистки сточной воды от примесей металлов на углеродных сорбентах НУМС проводили в динамических условиях на модельных растворах. Сорбенты получали в процессе модификации углеродного материала марки «Техносорб» пероксидом водорода и йодом согласно [8-10]. Характеристики полученных образцов представлены в таблице 1 и описаны в [11].

Таблица 1

Основные характеристики исследуемых сорбентов

Образец	Функциональные группы		Общее количество	СОЕ, мг-экв/г по 0,1N NaOH	A, м <sup>2</sup> /г	Σ V, пор см <sup>3</sup> /г
	Кислые	Щелочные				
НУМС-О	0,495±0,025	0,51±0,03	1,05±0,055	42±2,2	350 ±7	0,419 ±0,009
НУМС-Ж	1,24±0,06	-	1,24±0,06	49,6±2,4	291 ±5	0,35 ±0,007

Для приготовления раствора сточной воды использовали следующие реактивы: FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O (хч), MnSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O (ч), CuSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O (ч), K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (хч), ZnCl<sub>2</sub> (чда), Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O (чда). Состав модельной сточной воды приведен в таблице 2.

Таблица 2

Состав сточной воды

№	Металлы	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л
1	Алюминий	0,9	0,04
2	Железо	10	1,0
3	Марганец	0,55	0,1
4	Медь	0,33	0,1
5	Хром	0,30	0,02
6	Цинк	0,90	0,1
7	Никель	0,10	0,1

Эксперименты по очистке сточной воды проводили в динамических условиях на адсорбционных колонках диаметром 24 мм, с высотой слоя сорбента 22-25 см, навески сорбентов были равны 56 г (НУМС-О) и 61 г (НУМС-Ж). Скорость подачи сточной воды через адсорбционную колонку устанавливали от 1,1 до 2,2 мл/мин. Через каждую колонку было пропущено по 3,5-4,5 литров сточной воды (рН = 5,5-6). Отбор проб проводили каждый час. Концентрации примесей металлов в сточной воде на входе и выходе из адсорбционной колонки определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Динамическую емкость до проскока (за проскок принимали превышение ПДК по каждому металлу) ДЕ мг/г сорбентов НУМС-Ж и НУМС-О

рассчитывали по динамическим выходным кривым (зависимостям изменения выходной концентрации металла от пропущенного объема раствора).

$$ДЕ = \frac{C_{Me} \cdot V_p}{m},$$

где  $C_{Me}$  – концентрация металла, мг/мл,  $V_p$  – объем, мл пропущенной сточной воды до проскока,  $m$  – масса сорбента, г.

Предварительными экспериментами было установлено, что исходный углеродный материал «Техносорб» очищает сточную воду до 14 объемов сорбента, а сорбент НУМС-О позволяет очистить до уровня ПДК 40 объемов сорбента.

На рисунках 1-3 представлены зависимости выходной концентрации Al, Fe, Mn, Ni, Cr, Cu, Zn от объема пропущенной сточной воды через адсорбционную колонку (выходные кривые сорбции) для сорбентов НУМС-О и НУМС-О.

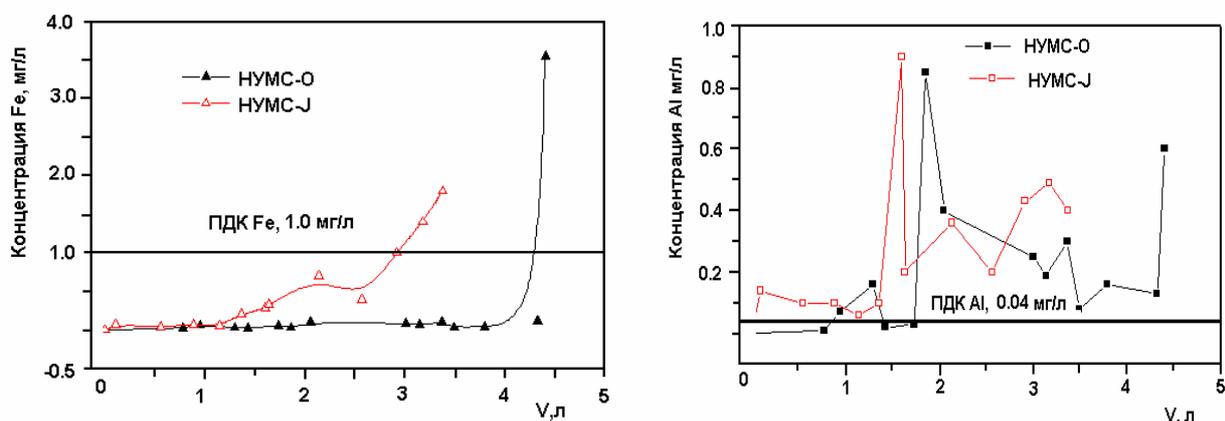


Рис. 1. Кривые сорбции алюминия и железа НУМС-О и НУМС-О

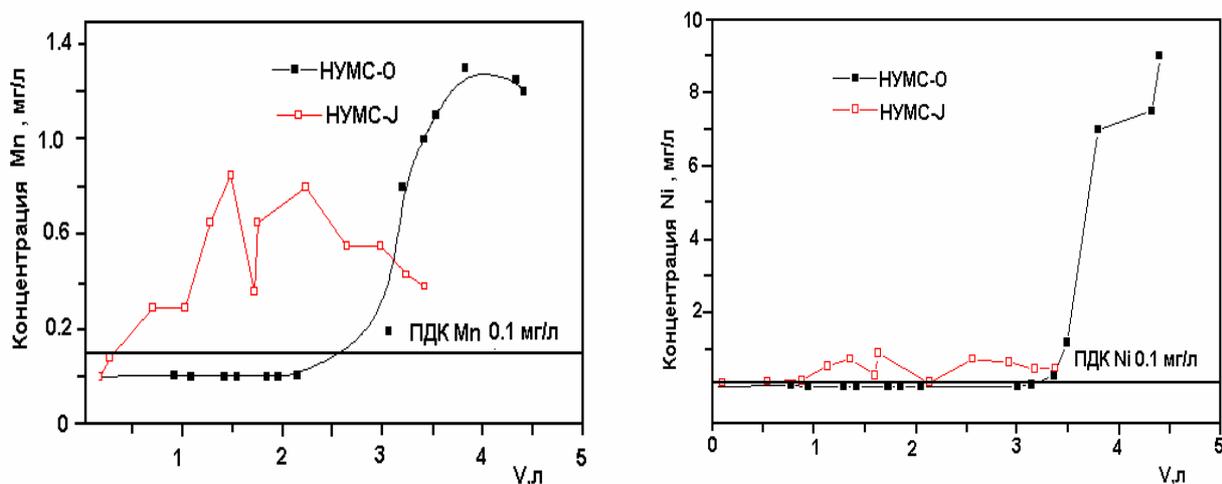


Рис. 2. Кривые сорбции марганца и никеля НУМС-О и НУМС-О

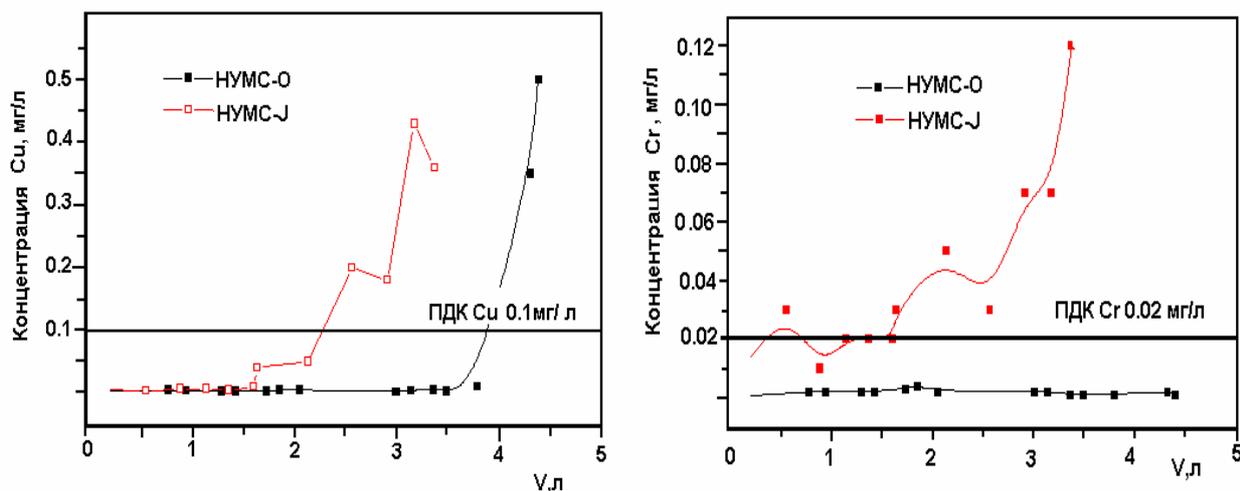


Рис. 3. Кривые сорбции меди и хрома НУМС-Ж и НУМС-0

Из рисунков 1-3 видно, что величина ПДК при использовании сорбента НУМС-0 достигается при пропускании большего объема сточных вод, что обеспечивает наилучшую очистку раствора, чем в случае применения сорбента НУМС-Ж.

Наиболее наглядно это видно на марганце, железе, меди и хrome. Для всех металлов, за исключением алюминия, в силу его амфотерности, сорбент НУМС-0 оказался наиболее эффективным сорбентом. Величины ДЕ, полученные экспериментальным путем, для данного адсорбента представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Величины ДЕ металлов на сорбенте НУМС-0

№	Металлы	$C_{исх.}$ , мг/л	$C_{кон.}$ , мг/л	$V_{проп.}$ , мл	Кол-во, мг на сорбенте	ДЕ, мг/г
1	Al	0,90	0,01	1855	1,67	0,03
2	Fe	10,00	0,02	4325	43,25	0,77
3	Mn	0,55	0,004	3005	1,63	0,03
4	Zn	0,33	0,03	3365	1,11	0,02
5	Cu	0,30	0,004	4325	1,30	0,02
6	Ni	0,90	0,02	3365	3,03	0,05
7	Cr	0,10	0,002	4405	0,44	>0,01

### Список литературы

1. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Марутовский Р.М., Рода И.Г. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / М.: Химия, 1983. – С. 288.
2. Абдулханова З.З. Сб. материалов IV Международной научно-практической конференции. - Пенза, 2002. – С. 7-9.
3. Зверев М.П. Хемосорбционные волокна. – М.: Химия, 1981. – С. 230.

4. Сорбция из растворов высокополимерами и углями. Под редакцией проф. Г.Л. Старобинца. - Изд-во Белгоуниверситета. – Минск, 1961. – С. 151.
5. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / «Наука», Москва, 1977 – С. 355.
6. Кузубова Л.И., Кобрина В.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование) / Серия “Экология”. – Новосибирск, 1996. – С. 16.
7. Пушкарев В.В., Трофимов Д.И. Физико-химические особенности очистки сточных вод от ПАВ. – М.: – Из-во: Химия, 1975 – С. 76.
8. Митькин В.Н., Левченко Л.М., Мухин В.В., Скворцов А.А., Аброськин И.Е., Александров А.Б., Рожков В.В. Углеродсодержащий сорбент и способ его получения. Патент РФ № 2141376. Россия. Приоритет от 24.09.1997. Оpubл. БИ № 1. 1999.
9. Головизина Т.С., Левченко Л.М., Митькин В.Н., Шелудякова Л.А., Керженцева В.Е. Функциональные кислородсодержащие группы на окисленной поверхности наноуглеродного материала / Журнал неорганические материалы, 2010. – Т. 46. - № 5. - С. 548-554.
10. L.M. Levchenko and V.S. Golovizin Investigation of texture characteristics of the Technosorb carbon material in the oxidation process / Journal of Structural Chemistry, 2010, V.51, Suppl. S.92-95.
11. А.К. Сагидуллин, Б.С. Смоляков, Л.М. Левченко и др. Сорбция ионов кадмия из водных растворов на нанопористых модифицированных углеродных сорбентах / Журнал прикладной химии, 2013. - Т. 86. - Вып. 12. – С. 1919-1924.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОЕМОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ИОНАМИ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ (Zn, Cd, Cu)**

А.К. Сагидуллин, В.В. Шемякин, Б.С. Смоляков, Л.М. Левченко  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,  
г. Новосибирск

Загрязнение токсичными металлами (ТМ) природных водоемов и их ремедиация – одна из наиболее актуальных проблем во многих странах мира. Приемы извлечения металлов из водных сред с использованием сорбционных технологий достаточно эффективны лишь при условии малых объемов раствора и высоких концентрациях поллютантов.

Проблема очистки больших водоемов (рек, озер) не находит своего решения. Основным препятствием к ее осуществлению является малая эффективность сорбентов в области низких концентраций поллютантов и больших объемов обрабатываемой воды, также препятствуют трудности технологического обустройства процесса, влияние состава водоема-приемника на химические формы ТМ.

В работе рассматривается применение серии материалов на основе нанопористого углеродного модифицированного сорбента (НУМС): исходный НУМС, НУМС-70-30 – активированный перекисью водорода, НУМС-АГ – полученный механохимической модификацией НУМС-70-30 гуминовыми кислотами в режиме свободной седиментации порошковой фракции <0,1 мм при моделировании загрязнения водоема ионами  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ .

Основные характеристики исследуемых образцов описаны в [1] и представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Состав и величины удельной поверхности углеродных сорбентов

Образец	Содержание, % <sub>мас</sub>				$\Sigma$ микро- примесей, ppm	Элементный состав	A, м <sup>2</sup> /г	$\Sigma V$ , пор см <sup>3</sup> /г
	C	H	N	O <sub>p</sub>				
НУМС <sub>исх</sub>	98,6 ±0,9	0,22 ±0,02	-	1,18 ±0,1	713±25	C <sub>8,22</sub> H <sub>0,22</sub> O <sub>0,07</sub>	393 ±7	0,437 ±0,007
НУМС <sub>70-30</sub>	96,5 ±0,9	0,15 ±0,02	0,08 ±0,01	3,27 ±0,2	270±10	C <sub>8,04</sub> H <sub>0,15</sub> O <sub>0,20</sub> N <sub>0,01</sub>	350 ±7	0,419 ±0,009
НУМС <sub>АГ</sub>	89,6 ±0,7	0,75 ±0,04	0,25 ±0,02	9,4 ±0,6	451±12	C <sub>7,47</sub> H <sub>0,75</sub> O <sub>0,59</sub> N <sub>0,02</sub>	91 ±3	0,207 ±0,004

В таблице 2 представлены результаты кондуктометрического определения функциональных групп на поверхности сорбентов.

Таблица 2  
Результаты титрования ПФГ

Сорбент	Содержание щелочных групп, ммоль/г	Содержание кислых групп, ммоль/г	Общее кол-во ПФГ, ммоль/г	СОЕ, мг-экв/г по 0,1N NaOH
НУМС <sub>исх</sub>	0,03±0,01	0,07±0,01	0,1±0,02	4±0,8
НУМС <sub>70-30</sub>	0,51±0,03	0,495±0,025	1,05±0,055	42±2,2
НУМС <sub>АГ</sub>	0,2±0,02	2±0,04	2,2±0,06	88±2,4

Суть метода мезомоделирования заключается в искусственной изоляции участка водоема с последующим введением поллютантов и сорбентов. Далее ежедневно производится отбор проб воды с трех разных глубин для определения концентрации металлов во взвеси и фильтрате (общая концентрация рассчитывается как сумма металлов в фильтрате + их содержание во взвеси, пересчитанное на известный объем воды). Для оценки влияния поллютантов на биоту рассчитывается суточная продукция. Более подробно метод рассмотрен в [2-4].

Условия эксперимента: при помощи полиэтиленового цилиндра ограничивали участок водоема ( $h = 3$  м,  $V = 2$  м<sup>3</sup>) – мезокосм. Нижнюю часть

цилиндра заглубляли в донные отложения при помощи металлического кольца. Конечный объем мезокосма и его герметичность оценивали после введения известной добавки  $\text{NaHCO}_3$  и измерения электропроводности. Далее в каждый мезокосм вносили ионы металлов ( $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Cu}$ ) в виде растворов их нитратных солей до достижения стартовых концентраций (1000, 100, 500 мкг/л соответственно). После вводили сорбент, концентрация которого составила 50 мг/л. Для проведения экспериментов были установлены одновременно 3 мезокосма. Минеральный состав воды:  $\text{Ca}^{2+}$  – 24,1 мг/л,  $\text{Mg}^{2+}$  – 5,8,  $\text{Na}^+$  – 3,2 мг/л,  $\text{K}^+$  – 0,9 мг/л,  $\text{HCO}_3^-$  – 96,3 мг/л,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 6,8 мг/л,  $\text{Cl}^-$  – 3,5 мг/л,  $\text{NO}_3^-$  – 0,6 мг/л,  $\text{NH}_4^+$  – 0,12 мг/л,  $\text{P}_{\text{неорг}}$  – 0,02 мг/л.

На рисунках 1 и 2 представлены зависимости остаточной концентрации металлов (в % по отношению к начальной) от времени эксперимента.

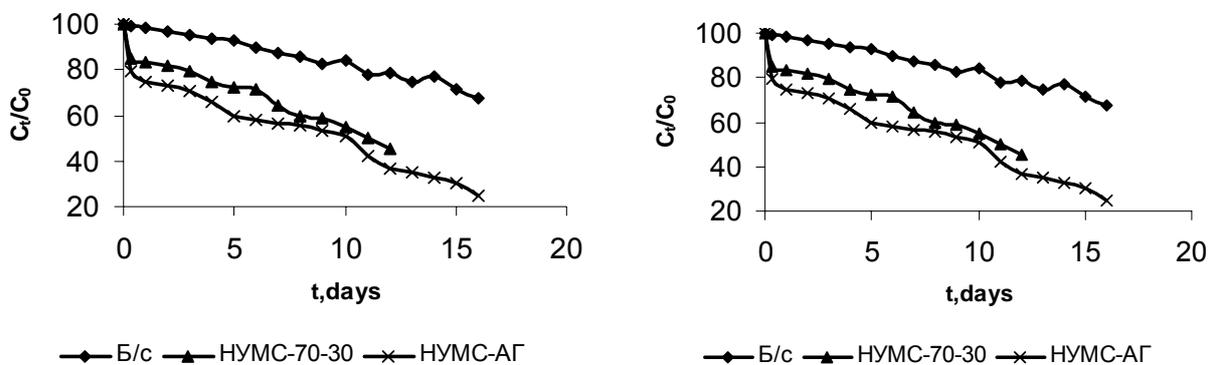


Рис. 1. Зависимость остаточной концентрации  $\text{Zn}^{2+}$  (слева) и  $\text{Cd}^{2+}$  от времени

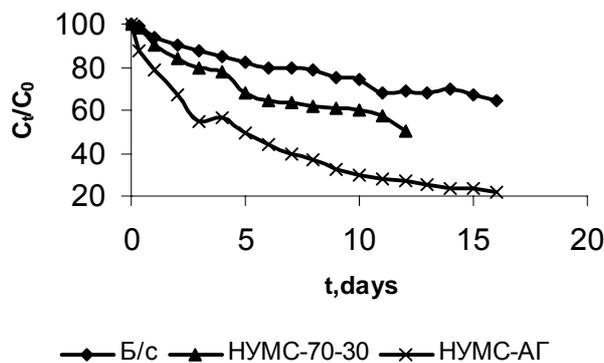


Рис. 2. Зависимость остаточной концентрации  $\text{Cu}^{2+}$  от времени

Из рисунков 1-2 видно, что уже на третьи сутки после введения сорбентов НУМС-70-30 и НУМС-АГ достигается остаточная концентрация металлов сопоставимая с фоновой по истечению 15 дней, что подтверждает эффективность выбранных материалов. Лучшим оказался сорбент НУМС-АГ, позволивший снизить концентрации всех металлов в 5 раз на момент окончания эксперимента.

### Список литературы

1. А.К. Сагидуллин, Б.С. Смоляков, Л.М. Левченко и др. Сорбция ионов кадмия из водных растворов на нанопористых модифицированных углеродных сорбентах / Журнал прикладной химии, 2013. - Т. 86. - Вып. 12. – С. 1919-1924.
2. Б.С. Смоляков, А.П. Рыжих, Р.Е. Романов Поведение Cu, Pb, Cd в пресном водоеме: влияние минеральных взвешенных частиц и планктонных организмов / Химия в интересах устойчивого развития. – 18 (2012), С.603-613.
3. B.S. Smolyakov, A.P. Ryzhikh, R.E. Romanov The fate of Cu, Zn, and Cd in the initial stage of water system contamination: The effect of phytoplankton activity / Journal of Hazardous Materials 184 (2010) P.819-825.
4. B.S. Smolyakov, A.P. Ryzhikh, S.B. Bortnikova, O.P. Saeva, N.Yu. Chernova Behavior of metals (Cu, Zn and Cd) in the initial stage of water system contamination: Effect of pH and suspended particles / Applied Geochemistry 25 (2010), P.1153-1161.

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.Н. Цыбульская, Т.В. Ксеник, А.Ю. Чириков, А.А. Юдаков, А.В. Перфильев  
Институт химии Дальневосточного отделения РАН,  
г. Владивосток

Все гальванические производства образуют жидкие отходы и стоки, содержащие вредные примеси тяжёлых металлов, неорганических кислот и щелочей, поверхностно-активных веществ и других высокотоксичных соединений. Реагентное обезвреживание сточных вод – это самый распространенный способ очистки стоков, который позволяет их нейтрализовать и обесцветить, а также перевести тяжелые металлы в нерастворимую гидроокисную форму. Образующиеся в результате иловые осадки или гальваношламы подлежат сбору, обезвреживанию и утилизации, так как являются особенно агрессивными и токсичными отходами гальванического производства.

К наиболее трудно нейтрализуемым относятся растворы, образующиеся в технологическом цикле в процессах электролитического хромирования. Высокое содержание Cr (+6) и коррозионная активность этих кислотных растворов затрудняет их хранение и транспортировку для дальнейшей переработки.

Целью настоящей работы являлась отработка технологии реагентной очистки сточных вод гальванического производства Дальневосточного завода «Звезда», содержащих хром, и утилизации отработанных электролитов хромирования, находящихся на хранении на территории завода, а также исследование возможности применения метода алюминотермической обработки обезвоженного осадка (гальваношлама), образующегося в результате реагентной очистки.

В качестве объекта исследования использовались реальные жидкие и твердые отходы гальванического производства, а именно отработанные электролиты хромирования и обезвоженный гальваношлам, полученный в результате их утилизации.

Определение концентрации металлов в пробах электролита проводилось методом атомно-абсорбционного анализа на атомно-абсорбционном спектрофотометре Thermo Solaar M. GF95Z (США). Содержание химических элементов (металлов) в пробах отработанного электролита по результатам проведенных анализов составило: Cr – 55238 мг/л; Cd – 7,89 мг/л; Sr – 20,12 мг/л; Fe – 664,92 мг/л; Ni – 2,35 мг/л; Mg – 592,7 мг/л; Zn – 498,2 мг/л; Cu – 4049 мг/л.

Для полноты осаждения хрома и получения пригодного для дальнейшей алюминотермической обработки осадка первоначально отработывалась технология реагентной обработки электролита хромирования. Были определены оптимальные для восстановления и осаждения хрома соотношения реагентов, осуществлялся контроль кислотности и остаточного содержания хрома в растворе после реагентной обработки электролита.

Реагентную обработку электролита хромирования производили двухстадийно: на первой стадии осуществляли восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного, на второй – осаждение трехвалентного хрома в виде гидроксида. В качестве реагента-восстановителя для перевода хрома из шестивалентного в трехвалентный в данных экспериментах использовали натриевую соль сернистой кислоты  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

Анализ проб раствора, полученного после реагентной обработки электролита, на содержание хрома показал соответствие полученных результатов нормам ПДК, установленных Дальневосточным заводом «Звезда».

В результате реагентной обработки был получен концентрированный жидкий осадок (суспензия), представляющий многокомпонентную, полидисперсную систему.

Обезвоживание суспензии производили методом её сгущения при естественном осаждении твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. При начальной концентрации хрома в электролите - 55238 мг/л объем осадка составил ~ 40 % от объема раствора.

Для наработки проб обезвоженного гальванического шлама суспензия с остаточной влажностью 85-90 % упаривалась при температуре 180-240 °С при атмосферном давлении до образования пастообразного осадка, после чего производилась сушка при температуре 210-240 °С. Просушенный гальванический шлам измельчался и усреднялся.

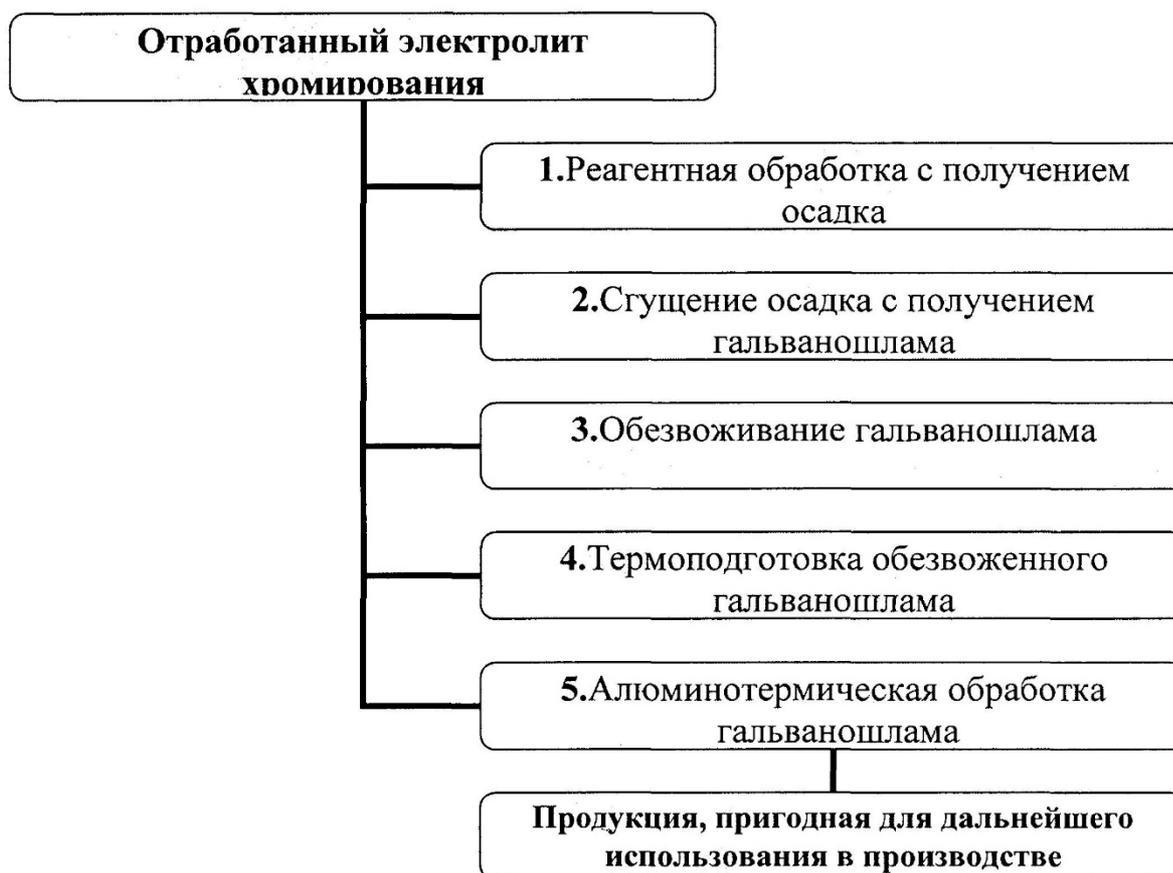
Подготовка обезвоженного гальваношлама к реакции алюминотермического восстановления заключалась в удалении свободной и связанной воды с образованием оксидов, что достигается операцией термоподготовки. Для определения режима термоподготовки были выполнены термогравиметрические исследования по специально разработанной методике.

Рентгенофазовый анализ отобранных образцов шлама на автоматическом рентгеновском дифрактометре D8 Advance (Cu K $\alpha$ -излучение) показал фазовые

изменения, происходящие при различных температурах в процессе операции термоподготовки. А именно, с ростом температуры и времени выдержки пробы уменьшается число различных фаз и увеличивается количество оксидов, пригодных к алюминотермическому восстановлению и извлечению восстановленных металлов.

С целью разработки рекомендаций о последующем применении продуктов реакции, полученных в результате алюминотермической утилизации гальваношламов, были выполнены исследования химического состава восстановленного металла и алюминотермического шлака, а также определён класс опасности шлака.

Элементный анализ восстановленного металла, проведенный на стационарном энергодисперсионном флуоресцентном рентгеновском спектрометре EDX-800 HS, позволяет утверждать, что в результате алюминотермического восстановления образуется сплав, пригодный к дальнейшему использованию в металлургии.



Технологическая схема утилизации хромосодержащих электролитов

Элементный и фазовый анализы состава шлака свидетельствует, что основным компонентом шлака является  $Al_2O_3$  – корунд. Результаты изучения свойств полученного шлака позволяют прогнозировать его дальнейшее использование в качестве абразивного материала, так как по химическому

составу шлак аналогичен абразивам, используемым в пескоструйных установках.

Таким образом, опробованная технологическая схема утилизации отработанных хромсодержащих электролитов (рисунок) позволяет получить обезвоженный гальваношлам и провести его последующее алюминотермическое восстановление. В результате реализации алюминотермической реакции возможно получение продуктов, безопасных для окружающей природной среды и пригодных к дальнейшему использованию.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, по постановлению П218, договор №02.G25.31.0035-225 от 12 февраля 2013г. Между Открытым акционерным обществом "Дальневосточный завод "Звезда" и Министерством образования и науки Российской Федерации*

## **ПЕРЕРАБОТКА АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА С ПОЛУЧЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА**

О.В. Суворова, Н.К. Манакова, В.А. Матвеев, Д.В. Майоров  
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья  
им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук,  
г. Апатиты

В горнодобывающих районах на поверхность земли выносятся огромные объемы горной массы, шахтных и рудничных вод, подземных газов и пыли, что нарушает сложившееся экологическое равновесие. Наиболее трудно контролируемы и трудно устранимы последствия неблагоприятного воздействия на природу твердых горнопромышленных отходов. Особенно опасны последствия их складирования в районах с экстремальными климатическими условиями. В то же время потребность в минерально-сырьевых ресурсах непрерывно растет. По мере увеличения объемов добычи происходит их истощение, ухудшается качество, возрастают их себестоимость и количество отходов. В связи с этим переработка вторичных сырьевых ресурсов является актуальной проблемой в наши дни [1].

Одним из возможных твердых отходов производств может быть аморфный кремнезем, получаемый при кислотной переработке нефелинового концентрата на ОАО "Апатит" и ОАО "Акрон", представляющий собой порошок серо-белого цвета с содержанием  $\text{SiO}_2$  77-85 мас. % и удельной поверхностью 120-230  $\text{м}^2/\text{г}$ . Отсутствие рефлексов и широко развитое гало на дифрактограммах исследованных проб свидетельствуют о их рентгеноаморфности.

Перспективным направлением использования этих отходов является получение зернистых теплоизоляционных материалов методом изготовления жидкостекольной композиции и гранулята на ее основе. По своим физико-

техническим показателям они сопоставимы с пеностеклом, но имеют меньшую себестоимость [2,3]. Состав шихты полученного гранулированного пористого материала, мас. %: аморфный кремнезем 33.5-45.0, золошлаковая смесь 3.0-14.5, отходы обогащения апатито-нефелиновой руды 25-30, гидроксид натрия (в пересчете на  $\text{Na}_2\text{O}$ ) 22-27, двууглекислый аммоний 0.5-1.5 и вода [4].

Из аморфного кремнезема, водного раствора гидроксида натрия и модифицирующих добавок указанного состава готовилась суспензия. Путем гидротермальной обработки суспензии при температуре 90 °С в течение 20-25 минут готовили жидкостекольную композицию, которую затем гранулировали. Сырцовые гранулы после сушки подвергали двухступенчатой термообработке при температуре 450 °С в течение 30 минут и при температуре 800 °С в течение 2-5 минут. Полученные образцы были подвергнуты испытаниям по стандартным методикам.

Основные характеристики полученного зернистого материала представлены в таблице.

Технические характеристики теплоизоляционного зернистого материала

Показатели	Теплоизоляционный материал		
	1	2	3
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,17-0,20	0.10-0.25	0.25-0.32
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	0,24-0,35	0.24-0.36	0.28-0.34
Объем межзерновых пустот, %	44	31	27
Коэффициент теплопроводности в засыпке, Вт/(м·К)	0.075-0.080	0.089-0.091	0.091-0.093
Водопоглощение, %	11.97	5-6	7-12
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	0.8-1.3	2.2-2.7	1.2

Примечание. Теплоизоляционные материалы на основе аморфного кремнезема кислотной переработки нефелина: 1- ОАО «Апатит» (обработка при 450 °С [4]), 2 - ОАО «Апатит» (двухступенчатая обработка) и 3 - ОАО «Акрон» (двухступенчатая обработка).

С целью применения полученного материала во влажных условиях проведены исследования по снижению его водопоглощения. Одним из самых эффективных методов придания используемым при строительстве материалам водостойких свойств является гидрофобизация. После обработки гранулята гидрофобизатором на основе органосилоксанов водопоглощение материала снизилось до 3,4 % без ухудшения основных технических свойств.

Материал может быть рекомендован для использования в качестве теплоизоляционных засыпок (утеплителя чердачных перекрытий, стен, кровли), для изоляции трубопроводов.

Работа выполнена в рамках Программы ОХНМ РАН «Создание новых металлических, керамических, стекло-, полимерных и композиционных материалов».

### Список литературы

1. Макаров В.Н. Экологические проблемы хранения и утилизация горнопромышленных отходов. - Апатиты, 1998. - 125с.
2. Кудяков А.И., Радина Т.Н., Свергунова Н.А. Технология получения легкого материала на основе микрокремнезема // Строительные материалы. - 2002.- №10. - С. 34.
3. Тихомирова. И.Н., Скорина Т.В. Теплоизоляционные материалы на основе кремнеземсодержащего сырья // Строительные материалы. - 2008. - №10. - С. 58-60.
4. Манакова Н.К., Суворова О.В. Теплоизоляционный материал на основе кремнеземсодержащих отходов переработки рудного сырья Кольского полуострова // ЖПХ. - 2012 г. - Том. 85. - № 11. - С. 1741-1745.

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

И.В. Жуков, А.В. Казаков

Северо-Западный государственный заочный технический университет,  
г. Санкт – Петербург

Расширением масштабов производства любого производства, неизбежно приводит к образованию различных видов отходов, а ограничение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов рассматривается в настоящее время большинством стран, как важнейшая экологическая и экономическая проблема.

В последние годы фактическое состояние многих водоемов существенно ухудшилось при общем возрастающем дефиците чистой воды. Кроме того, вода является компонентом большинства промышленных технологий и энергетических установок, поэтому основными источниками загрязнений водоемов и водостоков являются сточные воды промышленных предприятий. Следовательно, требуется повысить контроль над качеством сточных вод сбрасываемых в естественные водоемы табл. 1.

В задачи ООО «КИНЕФ» входит не только поддержание очистных сооружений в рабочем состоянии, но и совершенствование технологии очистки, замена отдельных узлов, оснащение современным оборудованием. Этот непрерывный процесс направлен на достижение одной цели — улучшение качества очистки сточных вод.

Таблица 1

Нормированный показатель сброса в водоемы биогенных элементов в России

Биогенные элементы	Нормативы, мг/л	
	Культурно-бытового водоем	Рыбо- хозяйственных водоем
Азот аммиак (N)	2	0,05
Азот аммонийный (N)	-	0,39
Азот нитритов (N)	0,8	0,02
Азот нитратов (N)	10,2	9,1
Фосфаты (P)	-	0,2

Очистные сооружения канализации предназначены для приема и переработки хозяйственно-бытовых сточных вод города Кириши, поселка Пчева, сточных вод от установки обезвоживания избыточных илов и осадка, а так же от участка по ремонту запорной арматуры предприятия.

В состав очистных сооружений канализации входят следующие узлы очистки:

- механической;
- биологической;
- станция обеззараживания сточных вод;
- доочистки сточных вод на буферных прудах;
- установка по обезвоживанию илов и осадков.

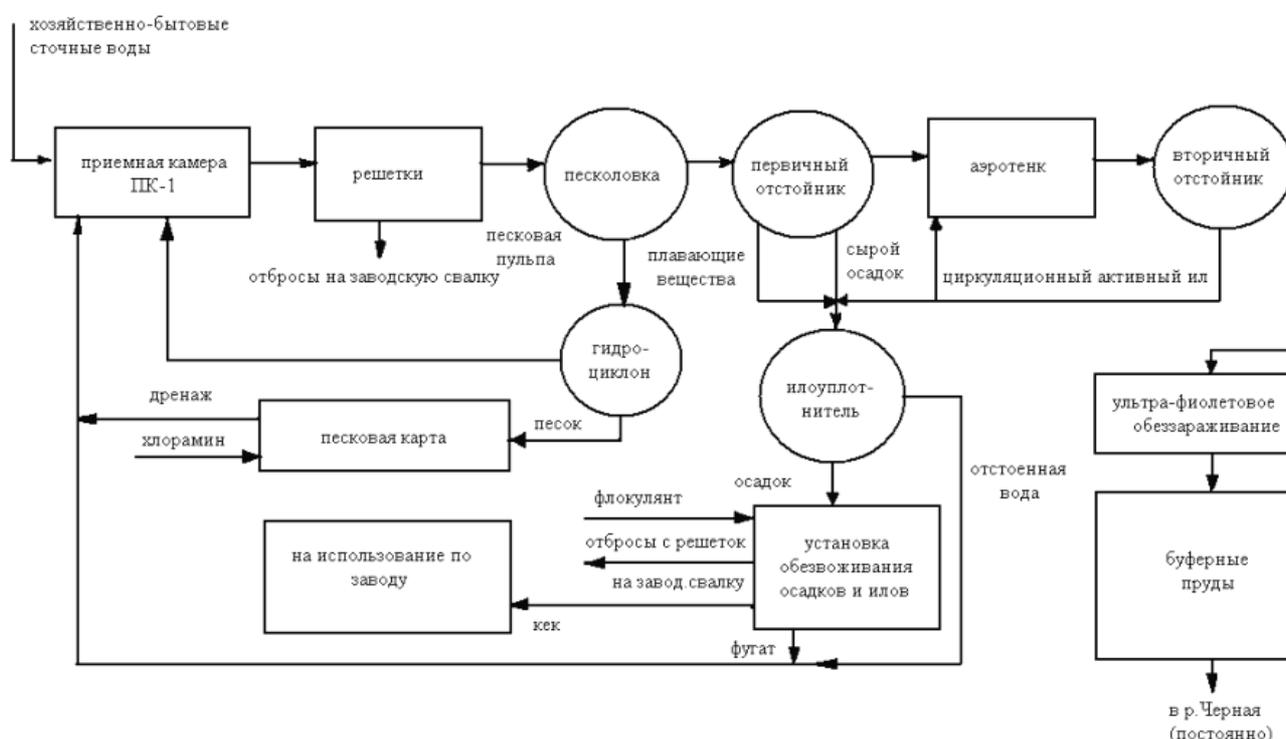


Рис.1. Схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод города Кириши

Сооружениям биологической очистки отводится главенствующая роль в общем, комплексе сооружений очистки. В результате процессов биологической очистки сточная вода может быть очищена от многих органических и некоторых неорганических примесей. Процесс очистки осуществляет сложное сообщество микроорганизмов - бактерий, простейших, ряда высших организмов - в условиях аэрирования, т.е. наличия в очищаемой воде растворённого кислорода. Загрязнения сточных вод являются для многих микроорганизмов источником питания, при использовании которого они получают всё необходимое для их жизни - энергию и материал для конструктивного обмена (восстановления распадающихся веществ клетки, прироста биомассы). Изымая из воды питательные вещества (загрязнения), микроорганизмы очищают от них сточную воду, но одновременно они вносят в неё новые вещества - продукты обмена, выделяемые во внешнюю среду.

В результате проведенной реконструкции введены эксплуатацию процессы нитрификации и денитрификации, каждый из аэротенков разделили на 4 секции (зоны дефосфатации, денитрификации и нитрификации).

- 1-я секция (зона) анаэробная имеет длину коридора - 6,5 м.
- 2-я секция (зона) анаэробная имеет длину коридора - 6,5 м.
- 3-я секция (зона) анаэробная имеет длину коридора - 82 м.
- 4-я секция (зона) аэробная имеет длину коридора - 67 м.

#### **Дефосфатация (включает первую и вторую секции).**

Всего три линии дефосфатации. Общий объем камер дефосфатации 1050 м<sup>3</sup>, в каждой технологической линии 350 м<sup>3</sup>. Данный объем аэротенка разделен на две следующие друг за другом камеры: 175 м<sup>3</sup> + 175 м<sup>3</sup> = 350 м<sup>3</sup>, это соотношение БПК : Р изменяемое и неблагоприятное. Поэтому обеспечивается возможность двухфазной дефосфатации длина каждой камеры 6,5 м. Разделение произведено легкой перегородкой, которая имеет проходное отверстие в нижней ее части 800 x 1500 мм. Проходное отверстие несколько смещено от центра. В каждой из камер установлена погружная мешалка для перемешивания возвратного ила (иловой суспензии после вторичных отстойников) и входящих стоков для приведения массы в однородное состояние. Мешали (миксеры) фирмы KSB, горизонтальные погружные мешалки модель Amatrix 400 – 424/48.

В зону дефосфатации вводится иловая суспензия из иловой камеры через три параллельно работающих расходомера. Объем возвращаемой иловой суспензии составляет от 1.33 до 2 Q (объемов поступающего жидкостного потока). Возврат осуществляется в первую камеру дефосфатации. Каждая технологическая линия управляется отдельно.

#### **Денитрификация (третья секция)**

После дефосфатации жидкостной поток поступает в камеру денитрификации. Движение жидкостного потока в зоне денитрификации предусмотрено по системе «карусель». Общая длина коридора денитрификации 82 м. Зону денитрификации разделяет перегородка аэротенка, которая имеет

сквозные проемы. Размер проема внутри аэротенка составляют 5,87 м. Движение жидкостного потока по кругу направляют погружные мешалки (миксеры). В камере денитрификации установлены восемь погружных мешалок. Мешалки устанавливаются в начале и конце коридора по две штуки с обеих сторон коридора. Модель мешалок фирмы KSB, горизонтальные погружные мешалки модель Amarpop 88 - 1400/4 4 URG/YRG. В камеру денитрификации предусмотрен возврат иловой суспензии из камеры нитрификации (конец коридора нитрификации).

### **Нитрификация (камера четыре - аэрационная).**

После денитрификации биомасса поступает в камеру нитрификации. Разделение этих камер проводится перегородкой с проходным отверстием в ее нижней части с размером 800 x1500 мм. Длина коридора нитрификации 67 м. Камера аэрируемая. Подача и распределение воздуха осуществляется через поперечную донную аэрационную систему с мелко-пузырьковыми соплами (Nopol PIK 300) . По всей длине коридора прокладывается 6 рядов аэраторов (ширина коридора 5,7м.), то есть через 815 мм от центра до центра аэратора или по 0,5 м между «блинами» аэратора. Расстояние от стенки 800 мм с учетом конического днища. Диаметр блина аэратора 300 мм. При необходимости может работать та или иная система. Данный прием позволяет увеличивать или уменьшать дополнительно зону денитрификации. В конце камеры нитрификации установлен рециркуляционный насос, при помощи которого рециркуляционный шлам отводится в начало денитрификационной камеры.

В аэрационном резервуаре установлен датчик растворенного кислорода Endress + Hauser - один датчик на каждый резервуар, всего 3 датчика. Расход воздуха на последнем этапе нитрификации регулируется на основании результатов измерения. Управление производится основной системой автоматизации. Расход воздуха регулируется при помощи автоматического клапана на воздуховоде. На одну рабочую линию предусмотрен один клапан автоматического регулирования, всего 3 клапана. В каждой камере нитрификации устанавливается один датчик измерения рН и температуры. Всего 3 измерительных блока. Управление производится основной системой автоматизации.

### **Блок вакуумирования ила (BIOGRADEX®).**

Вакуумирование осуществляется в каждой технологической линии всего три установки. Пропускная способность каждого блока по стокам и рециркуляционному илу составляет примерно 24000 м<sup>3</sup> /сутки. Увеличение пропускной способности предполагается во время периодических остановок одной из линий. В таких условиях, пропускная способность достигнет примерно 36000 м<sup>3</sup>/сутки с максимальными суточными и почасовыми колебаниями.

Иловая смесь забирается напрямую из камеры нитрификации и после вакуумирования сбрасывается в выходной коридор аэротенка.

### **Вторичные отстойники (осветление).**

Активный шлам и вода после биологической очистки разделяются в круглых резервуарах финишного осветления горизонтального типа. Всего четыре резервуара. Шлам осаждается гравитационно на дно резервуара и чистая вода с поверхности резервуара выводится из процесса через каналы перелива. Возвратный шлам отводится через автоматически регулируемый затвор на участок измерения расхода. Измерение возвратного шлама производится электромагнитными расходомерами - по одному на каждый осветлитель, всего четыре расходомера Endress+Hauser Promag 50W. После измерения расхода возвратный шлам поступает на насосную станцию. При помощи центробежных насосов он поступает на переднюю часть резервуаров дефосфатации.

В результате проведенной модернизации получили следующее:

- аэротенк переведен из режима биологической очистки с нитрификацией в режим нитрификации-денитрификации по схеме с предшествующей денитрификацией и рециклом иловой смеси с выхода зоны нитрификации на вход зоны денитрификации;

- снижена потребность в кислороде (за счет биоокисления части органических веществ не молекулярным кислородом, а нитратами в процессе денитрификации);

- стабилизацию и повышение эффективности очистки, в частности от нитратного азота.

В современной практике применяются различные способы и схемы биологического удаления азота и фосфора, на очистных сооружениях ООО «КИНЕФ» используется «Процесс  $A_2O$ ». Он подтвердил высокую эффективность и надежность биологического удаления азота и фосфора. Вместе с тем выявлены особенности упомянутой схемы, связанные со средними объемами емкостей и повышенной чувствительностью к рециклам в зону Анокс и возвратного активного ила.

Основой биологической очистки сточных вод является инженерное управление развитием и сохранением полезного биоценоза и в создании надлежащих условий для его существования.

### **Список литературы**

1. Жмур Н.С. *Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.* М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

2. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Зенков В.В., Соловьев Г.С. *Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов.* - М.: Химия, 1985. - 352 с.

3. Фрог Б.Н., Левченко А.П. *Водоподготовка. Учебное пособие.* – М.: Ассоц. строительных вузов, 2006. – 656 с.

4. Проектирование современных комплексов биологической очистки сточных вод Баженов В.И., Денисов А.А. // Экология и промышленность России. - М., февраль, 2009г.

## **ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

В.Б. Кондратьев, М.В. Корольков, Н.А. Костикова, А.В. Куткин  
ФГУП «Государственный научно-исследовательский  
институт органической химии и технологии»,  
г. Москва

В 2002 году 115 стран, в том числе и Российская Федерация, подписали Заключительный акт Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. Подписание этих документов позволяет мировому сообществу целенаправленно организовывать свои действия в отношении стойких органических загрязнителей (далее – СОЗ). Согласно документам Стокгольмской конвенции, 12 веществ входят в число СОЗ: альдрин, дильдрин, эндрин, хлордан, мирекс, дихлор-дифенил-трихлорметилметан (ДДТ), гексахлорбензол, токсафен, гептахлор, полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД), полихлорированные дибензофураны (ПХДФ).

Первая группа – это девять устаревших и запрещенных пестицидов. Все они, кроме ДДТ и гексахлорбензола, не только давно запрещены, но и производство их закрыто. Остались только неизрасходованные запасы в хранилищах, да загрязненные ими почвы. Известный нам ДДТ стоит особняком, так как многие страны до сих пор используют его против опасных насекомых, переносчиков таких болезней, как малярия (Индия, некоторые страны Африки, Центральной и Южной Америки) или клещевой энцефалит (Россия). Гексахлорбензол используется в пиротехнических составах в России и продолжает производиться. Его применяли также в качестве пестицида и гербицида. ГХБ устойчив, токсичен, способен к биоаккумуляции. Он токсичен для водной флоры и фауны, для наземных животных и растений, для человека.

Вторая группа включает промышленные продукты, которые используются в настоящее время. К ним относятся ПХБ, производство которых запрещено. В России их не менее 30 тысяч тонн на складах или в технических устройствах (трансформаторах, конденсаторах и др.). В эту группу входит 209 веществ, и только половина из них обнаружена в природе. ПХБ устойчивы, токсичны, способны к биоаккумуляции. Они могут накапливаться в жировых тканях животных и человека и существовать там долгое время, вследствие чего рассматриваются, как наносящие существенный вред окружающей среде. Полихлорированные бифенилы относятся к классу хлорсодержащих

ароматических соединений и являются чрезвычайно опасными канцерогенами (веществами, вызывающими онкологические заболевания) и мутагенами (веществами, воздействие которых приводит к мутации генов человека, к резкому снижению иммунитета, репродуктивной функции и к возрастанию численности людей с отклонениями в физическом и умственном развитии).

Третья группа совсем особая, это ПХДД и ПХДФ, которые называют обычно диоксинами и фуранами. Эти вещества никем не производятся и никем не используются, но они постоянно образуются при процессах, включающих хлор, и особенно при высокотемпературных процессах (сжигание мусора, металлургическое производство и т.п.).

Учитывая устойчивость СОЗ при воздействии факторов окружающей среды и их высокую степень токсичности по отношению к человеку даже в небольших дозах, ликвидация запасов запрещенных к применению пестицидов и полихлорбифенилов является одной из приоритетных задач, направленных на экологическое оздоровление территории Российской Федерации и сопредельных государств. Решение поставленной задачи требует привлечения специалистов в различных областях знаний и профессиональной деятельности (химиков, технологов, токсикологов, специалистов в аналитической химии и т.д.).

Необходимым опытом, персоналом и научно-производственным потенциалом в полной мере обладает Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии» (г. Москва) (ФГУП «ГосНИИОХТ»).

ФГУП «ГосНИИОХТ», обладая значительным технологическим и экологическим опытом работы с высокотоксичными веществами (все безопасные технологии уничтожения химического оружия разработаны институтом), теоретически и практически обосновал требуемые режимы утилизации и обезвреживания СОЗ, технологическую схему процесса, перечень необходимого оборудования, что в дальнейшем было реализовано в проекте на создание соответствующей технологической линии.

Целью создания данного производства является не только создание условий для безопасной переработки полихлорбифенилов и запрещенных к использованию пестицидов, но и отработка созданных технологий в опытно-промышленном масштабе для создания промышленных установок, которые в качестве пилотных проектов будут реализованы в проблемных регионах Российской Федерации для уничтожения и утилизации запасов запрещенных к использованию агропромышленных ядохимикатов.

При создании данного производства реализованы различные подходы к утилизации полихлорбифенилов, основанные прежде всего, на химической нейтрализации и плазмо-термическом уничтожении.

В состав производственного объекта на территории филиала ФГУП «ГосНИИОХТ» в г. Шиханы Саратовской области входят:

установка по раснаряжению и отмывке электротехнического оборудования (трансформаторов) в наполнении совтолом;

установка по переработке совтола в антисептическую пасту ПХДС-Т (товарный продукт, широко используемый при пропитке шпал, несущих конструкций, опор электропередач);

опытно-промышленная установка плазмотермического уничтожения полихлорбифенилов;

комплекс установок плазмотермического уничтожения агропромышленных ядохимикатов различного агрегатного состояния;

лабораторный блок, в состав которого входят технологическая лаборатория отработки новых процессов и аналитическая лаборатория.

Блок-схема производственного процесса утилизации и обезвреживания стойких органических загрязнителей представлена на рисунке.

Мощность производства по слитому совтолу составляет 500 т/год, из которых направляется:

100 т/год – на получение антисептической пасты ПХДС-Т;

400 т/год – на плазмотермическую установку.

Мощность производства антисептической пасты ПХДС-Т – 453 т/год.

Мощность комплекса установок по переработке пестицидов составляет 150-250 тонн год в зависимости от типа пестицида.

Единичная мощность технологического оборудования каждого узла расснаряжения и отмывки трансформатора рассчитана на возможность обработки одного трансформатора максимальной вместимости – 4 т совтола или двух наиболее распространенных типов трансформаторов – типа ТНЗ-630/10-65 вместимостью 1,1 т.

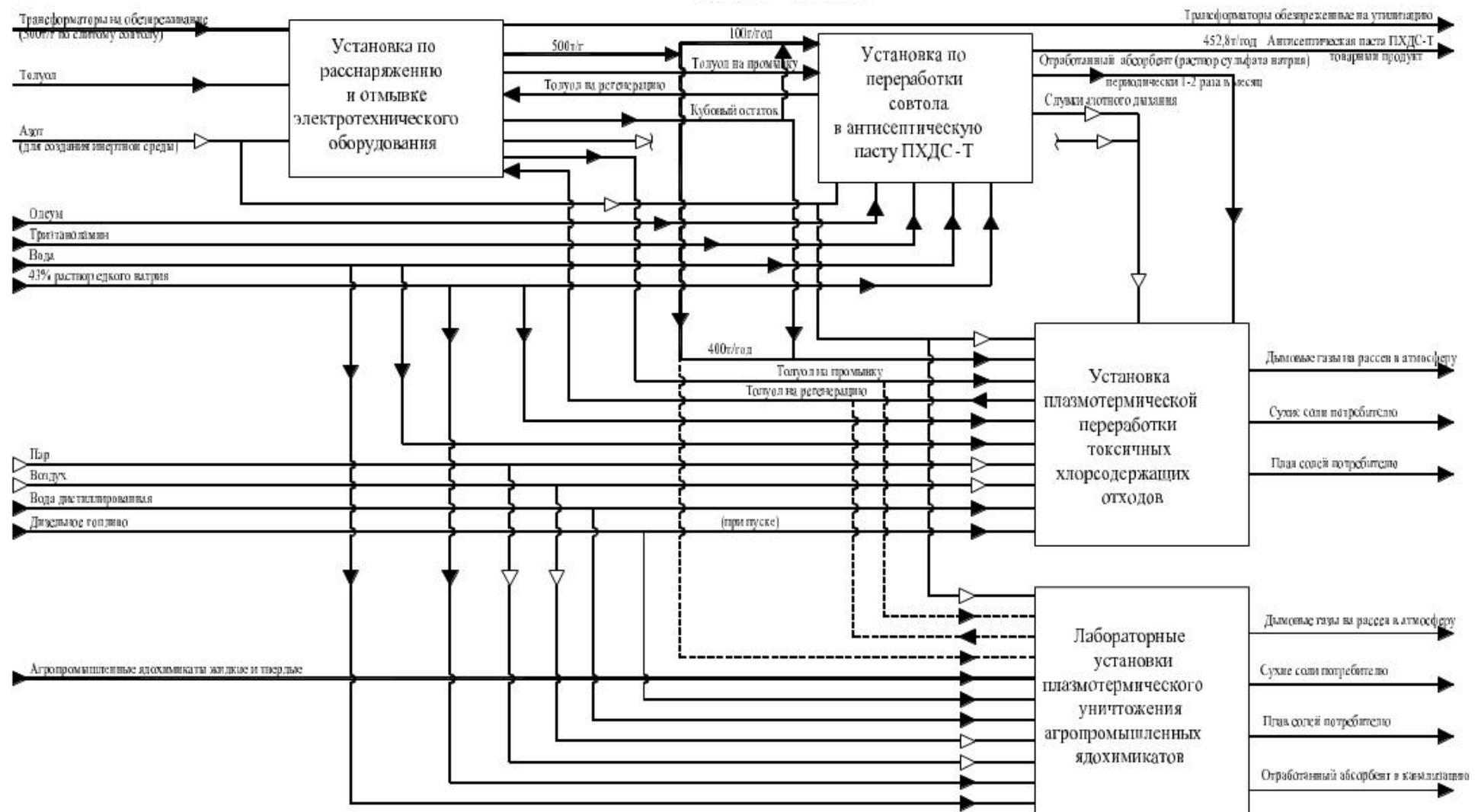
Технология расснаряжения и отмывки электротехнического оборудования - трансформаторов, заполненных совтолом, заключается в их опорожнении и последующей обработке внутренней поверхности трансформатора растворителем – толуолом, для удаления остатков масла со стенок и активной части.

Технология освобождения трансформатора от совтола включает в себя следующие стадии:

- разогрев трансформатора с совтолом;
- слив совтола;
- промывка трансформатора толуолом («заполнением»);
- циркуляция толуола по внутреннему контуру трансформатора с помощью насоса;
- обработка внутреннего контура трансформатора парами толуола;
- сушка трансформатора.

Разогрев трансформаторов осуществляется циркуляцией через камеру нагретого в калорифере до 50 °С воздуха по контуру: камера – вентилятор – калорифер - камера.

После слива совтола обогрев камеры прекращается и включается местная вытяжная вентиляция из камеры. Воздух местных отсосов, содержащий следы совтола и толуола, перед сбросом в атмосферу подвергается очистке в адсорбере, заполненном активным углем.



Блок-схема производственного процесса утилизации и обезвреживания стойких органических загрязнителей

Далее производится промывка трансформатора в три стадии:

- первая стадия – первичный смыв основной части совтола простым заполнением трансформатора толуолом и сливом раствора, который далее подвергается регенерации;

- вторая стадия – промывка внутренней части трансформатора путем принудительной циркуляции толуола через трансформатор с помощью насоса в течение 10-15 часов;

- третья стадия – многократное пропускание паров толуола через трансформатор в течение 8-10 часов; объемная скорость паров обеспечивает линейную скорость в сечении трансформатора 0,1-0,3 м/с. Пары толуола конденсируются. Конденсат используется в качестве возвратного растворителя, и после промывки 5-10 трансформаторов и содержания растворителя 15 % направляется на регенерацию толуола.

Промывка трансформатора считается законченной, когда после проведения всего комплекса работ содержание паров совтола в воздухе внутри трансформатора не превышает ПДК рабочей зоны.

Метод производства антисептической пасты ПХДС-Т состоит в последовательной обработке совтола олеумом и триэтаноламином (ТЭА).

Технология получения пасты ПХДС-Т включает следующие операции:

- сульфирование совтола олеумом в соотношении по массе 1:1,15 при температуре 90-100 °С в течение 5 часов;

- нейтрализация реакционной массы ТЭА в соотношении совтол : ТЭА по массе 1:2,5 при 90-100 °С;

- очистка абгазов.

В состав опытно-промышленной установки плазмотермического уничтожения полихлорбифенилов входят:

- дозирующее устройство для совтола, состоящее из расходной ёмкости, дозирующего насоса и узла ввода в плазмотермический реактор;

- блок плазмотермического уничтожения (агрегатной части), состоящий из одного модифицированного электродугового плазмотрона, секционированного цилиндрического противоточного реактора с фланцем для крепления форсунки и выходного патрубка, соединенного с закалочным устройством;

- блок охлаждения и очистки газа, состоящий из аппарата для охлаждения отходящего газа и аппаратов для очистки отходящих газов от летучей золы и вредных веществ (аппараты сухой и мокрой очистки);

- система энергообеспечения (электроэнергия, газоснабжение и водоснабжение);

- система контроля и управления параметрами работы установки.

Предусмотрены вспомогательные узлы для обеспечения установки рабочими растворами (раствор щелочи, вода, вода дистиллированная, скрубберный раствор).

Слитый из трансформаторов совтол поступает в сборник-накопитель, откуда далее по мере необходимости подаётся на узел подготовки совтола установки плазмотермической переработки. Нагретый до 160-180 °С совтол

непрерывно с заданным расходом подаётся к форсункам плазмотермического реактора.

Реактор представляет собой футерованную и термоизолированную горизонтальную камеру. Во фронтальном торце камеры по её оси находится плазмотрон, в который непрерывно с заданным расходом подаётся пар с давлением 0,9 МПа. Осевая струя плазмообразующего газа с температурой около 3000 °С попадает в зону действия трёх пневматических форсунок. Температура в зоне контакта сжигаемой жидкости и плазмообразующего газа 1800-2000 °С. Хлорорганические вещества, распределяясь в окислительной зоне реактора, испаряются и окисляются до простых оксидов, а также распадаются на элементы и радикалы. Отдельные продукты газового и механического недожигаются дожигаются в камере дожигания, которая является частью плазмотермического реактора. Температура продуктов горения на выходе из плазмотермического реактора 1700 °С.

Из реактора продукты горения поступают в камеру нейтрализации, предназначенную для нейтрализации хлористого водорода раствором едкого натра, который подаётся в камеру через механические форсунки. Расход едкого натра подаётся с небольшим избытком по отношению к стехиометрическому количеству. Температура продуктов горения на выходе из камеры нейтрализации 900-1100 °С.

Далее продукты горения поступают в скруббер-охладитель, который предназначен для охлаждения продуктов горения, а также сушки отработанного абсорбента – скрубберного раствора, который подаётся в скруббер через механические форсунки. Температура продуктов (дымового газа) на выходе из скруббера-охладителя 80-100 °С.

Охлаждённый газ содержит большое количество мелкокристаллической пыли солей – хлорида натрия и карбоната натрия, для очистки от которых предусмотрена двухстадийная очистка дымового газа: сухая очистка от пыли в циклонах и далее окончательная очистка в скруббере Вентури. Очищенный дымовой газ направляется в атмосферу. Вся система работает под разрежением, которое создаёт вытяжной вентилятор, установленный в системе для транспортировки газов.

Скрубберный раствор, содержащий 22-23 % солей (хлорид и карбонат натрия), направляется в скруббер-охладитель, где при испарении воды происходит охлаждение дымовых газов и одновременно – сушка скрубберного раствора.

В состав лабораторной установки плазмотермического уничтожения жидких агропромышленных ядохимикатов входят:

- плазмотермический реактор (горизонтальный цилиндрический аппарат) с плазмотроном и пневматическими форсунками для жидких продуктов,
- камера охлаждения дымовых газов,
- рукавный фильтр ФРИ-30 для очистки дымовых газов от пыли,
- центробежно-барботажный аппарат для окончательной очистки дымовых газов от пыли и вредных веществ,

- система электрообеспечения;
- система контроля и управления параметрами работы установки;
- вспомогательные узлы для обеспечения лабораторных установок рабочими растворами (раствор щелочи, вода, вода дистиллированная).

Принцип работы лабораторной установки аналогичен установке плазмотермического уничтожения совтола.

Рукавный фильтр позволяет уловить ~ 98 % мелкокристаллической пыли солей, содержащейся в дымовых газах. Окончательная очистка производится в центробежно-барботажном аппарате, в котором циркулирует раствор абсорбента – едкий натр и соли, уловленные из дымовых газов. Часть абсорбента выводится из системы и направляется в существующую на площадке сеть канализации (на БОС). Содержание солей в стоке не превышает разрешённых для сброса количеств.

В состав лабораторной установки плазмотермического уничтожения твёрдых (сыпучих) агропромышленных ядохимикатов входят:

- плазмотермический циклонный реактор (вертикальный цилиндрический аппарат) с двумя пневматическими соплами для подачи сыпучих отходов и двумя плазматронами, расположенными ниже зоны подачи сыпучих отходов, с устройством для подачи твёрдых крупно измельчённых отходов в нижнюю часть реактора (на колосниковую решётку),

- скруббер-охладитель дымовых газов,
- циклон для очистки дымовых газов от пыли,
- рукавный фильтр ФРИ-30 для очистки дымовых газов от пыли,
- система электрообеспечения;
- система контроля и управления параметрами работы установки.

Твёрдые вещества проходят предварительное измельчение последовательно в двух дробилках до получения требуемой дисперсности. Для предотвращения попадания пыли вредных веществ в воздух рабочей зоны, предусмотрено размещение дробилок внутри специального шкафа, оснащённого местным отсосом с фильтром. Подготовленные твёрдые отходы поступают в бункер, откуда пневмотранспортом направляются в плазмотермический реактор.

Плазмотермический реактор представляет собой вертикальную футерованную цилиндрическую камеру. Измельчённые отходы поступают в два тангенциально расположенных сопла. Ниже зоны подачи измельчённых отходов расположены два плазматрона, в которые подается пар с давлением 0,9 МПа. Взаимное расположение сопел и плазматронов создает в камере устойчивое вихреобразное движение газов, что обеспечивает эффективный контакт сжигаемого материала с плазменной струей.

На поду циклонной камеры расположены кирпичные колосники для сжигания кусковых отходов, которые подаются в камеру через охлаждаемую воздухом течку и шлюз.

В верхнюю часть циклонной камеры подаётся раствор щелочи для нейтрализации кислых газов, образующихся при сжигании.

Продукты горения с 1000-2000 °С из циклонной камеры поступают в скруббер-охладитель, где происходит их охлаждение до 130-150 °С за счет испарения воды, подаваемой в скруббер через распылительные форсунки.

Охлаждённые газы поступают последовательно в циклон и рукавный фильтр, где происходит их очистка от зольных частиц и солей.

Проект получил положительные заключения Государственной экологической экспертизы и ФГУ «Главгосэкспертиза России». Плазмотермическая модульная установка, разработанная ООО «ТехЭкоПлазма» (г. Москва) и являющаяся основой производственного цикла, имеет санитарно-эпидемиологическое заключение о ее соответствии всем самым жестким необходимым требованиям.

Создание данного производственного центра реализуется в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009-2013 годы) на базе филиала ФГУП «ГосНИИОХТ» в г. Шиханы Саратовской области. Объект планируется ввести в эксплуатацию в первой половине 2012 года.

### Список литературы

1. Стокгольмская Конвенция о стойких органических загрязнителях. [http://gosnadzor.ru/world/konv\\_stokg.html](http://gosnadzor.ru/world/konv_stokg.html).

2. Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. <Http://www.ecoaccord.org/pop/ipep/russia-review.ru>.

## ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ АКРИЛАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Д.А. Верин, К.Р. Рамазанов, С.В. Арзамасцев  
ООО «Саратоворгсинтез»,  
г. Саратов

Одним из приоритетных направлений в химической промышленности является производство акриловых мономеров и полимерных материалов на их основе.

Среди акрилатных мономеров метилметакрилат (ММА) – высококонкурентный продукт крупнотоннажного производства – один из наиболее широко используемых эфиров. Однако существенным недостатком этого способа является образование сернокислотного маточника.

Очистка маточных растворов акрилатных производств сопровождается выделением высокомолекулярных органических отходов, представляющих собой темно-коричневую смолянистую жидкость [1,2].

Анализ характеристик и свойств этих отходов, а так же выбор метода их утилизации является важной в технологии акрилатных производств.

В процессе реагентной очистки маточника, система расслаивается на органический слой и осветленный рабочий раствор. Органическая часть - плавающая органика представляет собой сульфированный

высокомолекулярный сополимер акриловых мономеров, получающихся при синтезе метилметакрилата и метилакрилата.

В работе определены физико-химические показатели этих отходов, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики органических отходов

№ п/п	Показатели		Параметры
1	рН		3,0
2	Содержание основного вещества, % м.д.		63
3	Влага, % м.д.		11,2
4	S, % м.д.		1,5
5	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , % м.д.		0,008
6	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>		1,13
7	Температура кипения, °С		96,0
8	Температура замерзания, °С		-33,0
9	Условная вязкость, усл.	25 °С	11,3
	градусы при	80 °С	
10	Теплота сгорания, ккал/Кг не менее	9730,0	5673,0
11	Температура вспышки в закрытом тигле, °С		28

Представлялось перспективным использование «органики» в качестве компонента, образующего редкую пространственную сетку в ПБВ. Полученные данные (табл. 2) доказывают, что введение не упаренной органики в количестве 3 и 20 % в исходный битум не оказывает существенного влияния на свойства битума, что связано с низкой концентрацией олигомеров в растворе. Введение же выпаренной в 3,5 раза органики в количестве 20 % в вяжущее повышает температуру размягчения до 52,5 °С, но сильно снижает эластические свойства битума (снижение дуктильности) по сравнению с исходным битумом. В данном случае такое поведение похоже на использование минерального наполнителя, что подтверждается комкованием частиц органики в объеме битума и их осаждением.

Таблица 2  
Влияние «органики» на свойства ПБВ

Вид и количество модификатора, % масс.	Дуктильность, см 0 °С / 25 °С	Пенетрация, дмм 0° С / 25 °С	Температура размягчения по КиШ, °С
Исходный битум	4,0/ более 100	24,0/60,0	50,0
Органика 3 %	-	27,6/79,6	47,5
Органика 20 %	5,6/27,0	29,0/82,0	46,0
Органика 20 %*	2,4/55,6	24,0/66,3	52,5
Органика, 3 %**	3,9/82,5	26,0/74,0	48,0
Органика, 5 %**	3,9/70,6	23,3/74,0	48,5
Органика, 10 %**	4,8/85,0	30,3/94,6	48,0
Органика, 15 %**	5,4/79,7	34,0/115,0	48,3
Органика, 25 %**	7,0/61,2	53,3/160,3	40,1
Органика, 40 %**	6,7/25,0	65,6/223,0	40,5

Примечание: \* - органика, выпаренная в 3,5 раза в лабораторных условиях; \*\* - органика, выпаренная в заводских условиях в 5 раз.

При введении в битум органики, выпаренной на заводе, четко прослеживается повышение пенетрации, как при 0, так и при 25 °С при увеличении концентрации введенной органики с 3 до 40 %. Резкое уменьшение температуры размягчения наблюдается в диапазоне концентраций органики 15-25 % с 48,3 до 40,1°С.

При 0°С изменение дуктильности незначительно (рис. 1), а при 25 °С обратно пропорционально содержанию органики в битуме, происходит сужение диапазона эластичности битума, что наиболее ярко проявляется при содержании органики, начиная с 20 %.

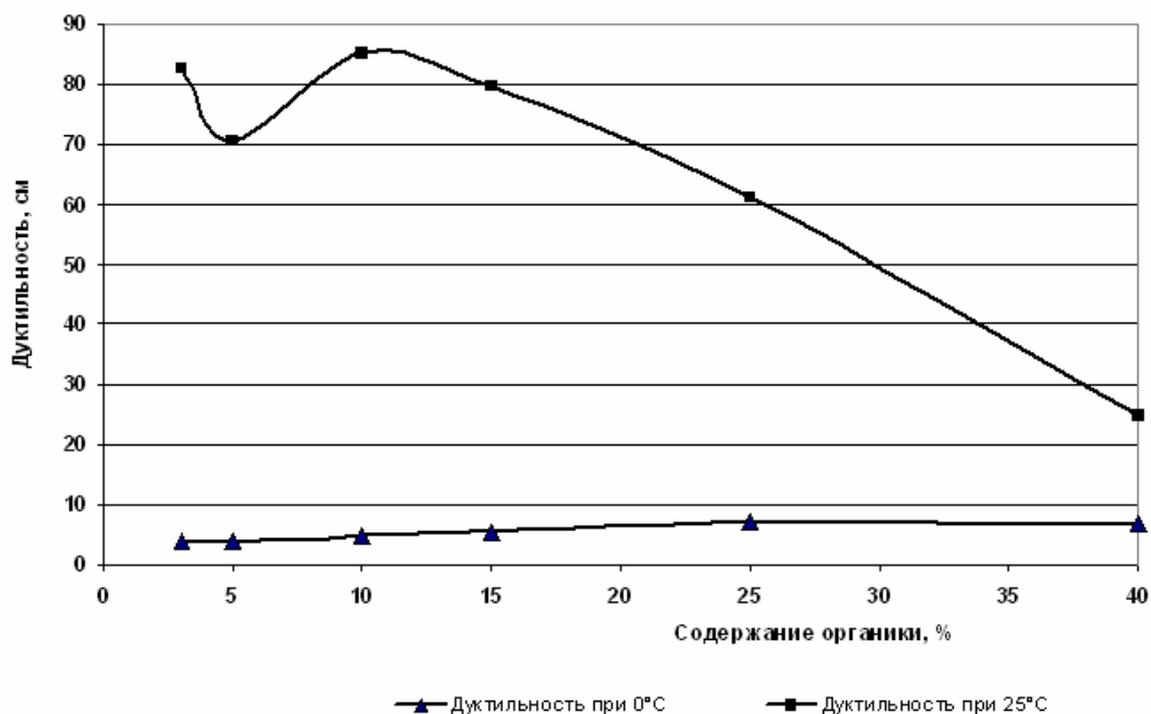


Рис. 1. Зависимость дуктильности битума от содержания органики

Таким образом, введение в состав битума марки БНД 60/90 сульфированной «органики» не дает ярко выраженного положительного эффекта, поскольку при малом содержании органики в битуме ее влияние незначительно, а при большом количестве наблюдается эффект разжижения битумного вяжущего. Это подтверждается повышением водопоглощения (рис. 2).

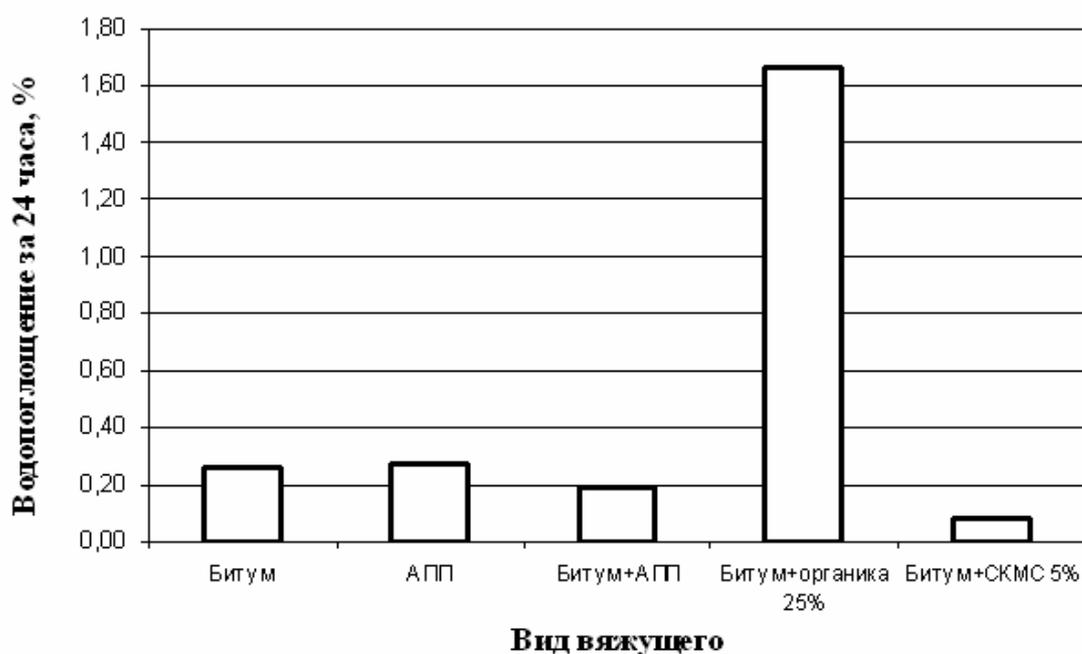


Рис. 2. Водопоглощение минерального наполнителя, покрытого пленками различного состава (АПП – атактический полипропилен)

Объясняется это тем, что при больших концентрациях количество молекул органики в составе ПБВ настолько велико, что происходит экранирование молекул битума друг от друга, в результате чего наблюдается значительное снижение его свойств.

Для определения квалифицированного использования плавающей органики - сульфированного высокомолекулярного сополимера акриловых мономеров проведены исследования по получению пластификаторов на ее основе.

С этой целью проведена нейтрализация сульфогрупп плавающей органики аммиачным раствором до  $\text{pH}=7,7$  и определены показатели по ТУ 6-01-24-63-82 (пластификатор).

Пластификатор, приготовленный на основе плавающей органики по техническим показателям соответствует требованиям ТУ 6-01-24-63-82 (пластификатор), а по содержанию (масс.%) основного вещества 61, сульфатов 0,4, влага 34,5, аммонийного азота 0,01% превосходит технические показатели известного пластификатора (таб.3)

Таким образом, показано, что органические отходы -плавающая органика акрилатных производств могут быть утилизированы в виде пластификаторов .

### Список литературы

1. Рамазанов К.Р. Новые научные и технологические разработки в области промышленного органического синтеза.- *Материалы XVII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Секция В. Материалы и нанотехнологии.* – Казань, 2003. - С. 353.

2. Рамазанов К.Р. Решение ряда важных экологических проблем крупнотоннажного промышленного нефтехимического синтеза. *Материалы международной научно-практической конференции. - Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития.* - Астана, 2008. - С. 233-423.

## **ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ВЯЖУЩИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА МАГНИЯ, СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В ТВЕРДЫХ ОТХОДАХ МАГНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

И.Н. Липунов, И.Г. Первова

Уральский государственный лесотехнический университет,  
г. Екатеринбург

Неорганические вяжущие материалы магниезиального типа твердения, получаемые из природного минерального сырья, нашли широкое применение в различных отраслях экономике, в том числе и в строительной индустрии для производства строительных, тепло- и звукоизолирующих материалов, магниезиальных полов различного назначения [1].

Известно, что вяжущие каустические магнезиты, в связи с высокой химической активностью оксида магния, при затворении растворами хлорида магния образуют искусственный хлормagneзиальный камень, структура которого представлена кристаллогидратными соединениями магния: гидроксидом  $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ , триоксигидрохлоридом  $[3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$  и (или) пентаоксигидрохлоридом  $[5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$  магния [2].

Наряду с природным минеральным сырьем для получения вяжущих материалов могут служить магнийсодержащие техногенные образования, в которых оксид магния обладает высокой химической активностью и при затворении магнийсодержащими растворами способен участвовать в процессах образования искусственного камня (цемента Сореля).

Одним из таких техногенных образований является магнийсодержащий шлам карналлитовых хлораторов, образующийся на стадии глубокого обезвоживания расплава карналлита при производстве металлического магния электролитическим способом.

В настоящей работе рассматривается возможность получения вяжущих материалов магнезиального типа из магнийсодержащих металлургических отходов и обсуждаются результаты исследований реакционной способности оксида магния и его вяжущих свойств, содержащегося в шламе карналлитовых хлораторов (далее – шлам) магниевого производства ОАО "Корпорация ВСМПО–АВИСМА".

В результате исследования химического состава шлама установлены основные химические соединения, которыми являются  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ , и  $\text{NaCl}$  с общим содержанием 98,4 % по массе, при этом на долю магнезиальных соединений приходится около 70 % по массе [3].

Массовое соотношение магнезиальных компонентов ( $\text{MgO}:\text{MgCl}_2$ ) в шламе находится в пределах  $1 : (0,58 \div 0,71)$ . Это удовлетворительно согласуется с экспериментально установленным и практически используемым соотношением данных компонентов при формировании хлормagneзиальных цементов из товарных вяжущих каустических магнезитов и растворов хлорида магния плотностью  $1,18 - 1,20 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ .

Использование шлама в качестве магнезиального вяжущего требует изучение реакционной способности и химической активности содержащегося в нем оксида магния, поскольку именно он участвует в механизме базовых процессов формирования кристаллогидратных структур магнезиального камня.

Опытным путем и с помощью термодинамических расчетов нами изучена реакционная способность  $\text{MgO}$ , содержащегося в шламе, как одного из основных компонентов магнезиального цемента. Для исследования реакционной способности оксида магния использовали измельченный шлам магниевого производства ОАО "Корпорация ВСМПО–АВИСМА" (г. Березники) с высокой степенью усреднения и дисперсностью 100 – 200 мкм.

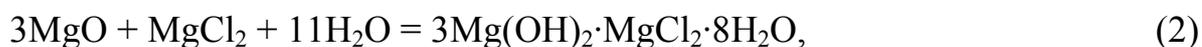
Оксид магния из шлама получали путем отмывания растворимых солей шлама водой при комнатной температуре с последующей сушкой полученного твердого остатка на фильтре ацетоном.

Процессы гидратации оксида магния и образование кристаллогидратных структур, как следует из литературных данных, обусловлены химическим взаимодействием активной части MgO с водой или водными растворами хлорида магния, при этом формирование магнезиального цемента при затворении MgO водой идет значительно медленнее, чем раствором MgCl<sub>2</sub>. Скорость твердения и прочностные характеристики магнезиального цемента резко возрастают при затворении MgO раствором MgCl<sub>2</sub> [4].

В связи с этим, реакционную способность MgO, выделенного из шлама, определяли по степени его гидратации ( $\beta$ , %) в системах MgO–H<sub>2</sub>O и MgO–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O, для чего реакционные смеси MgO с водой или раствором MgCl<sub>2</sub> плотностью 1,20 г·см<sup>-3</sup> термостатировали при температурах 313, 333 и 353 К в течение различного времени, после чего реакционную массу отфильтровывали, промывали ацетоном и доводили до воздушно-сухого состояния. Количество воды в проведенных опытах отвечало постоянному массовому соотношению MgO : H<sub>2</sub>O = 1:1,5. Для системы MgO – MgCl<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O в данном количестве воды растворяли стехиометрическое количество MgCl<sub>2</sub> квалификации «ч».

Процесс гидратации оксида магния изучали методом термогравиметрии. Химический состав продуктов его гидратации определяли методами рентгенофазового анализа и ИК–спектроскопии.

Стехиометрические расчеты вели по уравнениям химических реакций, описывающих образование основных продуктов гидратации оксида магния:

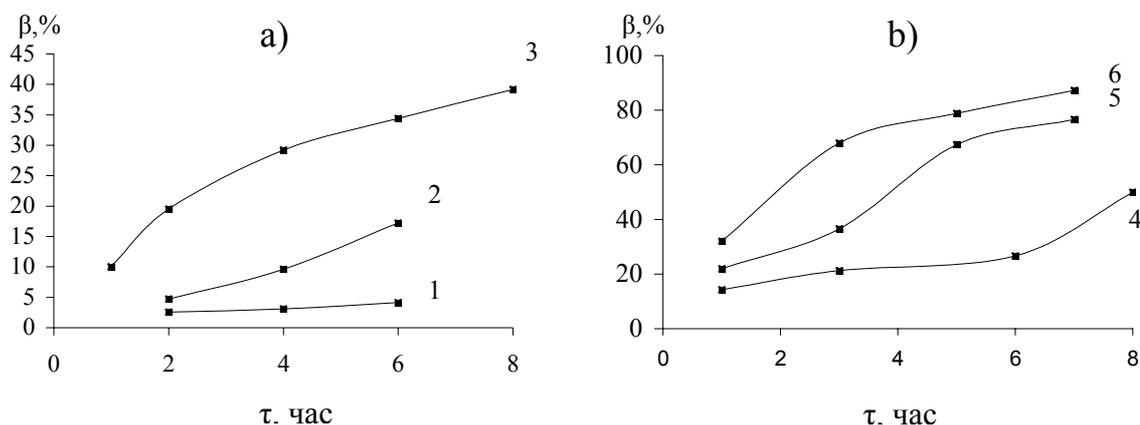


Экспериментальное значение степени гидратации рассчитывали по дериватограммам, для чего суммарные потери массы гидратированных образцов относили к стехиометрическим количествам продуктов следующих реакций термического разложения:



Расчет стехиометрических продуктов, образующихся по реакции (4) использовали в системе MgO–H<sub>2</sub>O, а по реакции (5) – в системе MgO–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O.

Величина степени гидратации ( $\beta$ ,%) оксида магния, возрастающая с увеличением температуры, значительно выше для системы MgO–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O, что указывает на более высокую химическую активность MgO при затворении его раствором хлорида магния (рис.).



Зависимость степени гидратации MgO в системе MgO–H<sub>2</sub>O (a) и MgO–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O (b) от времени и температуры, К:  
1,4 – 313, 2,5 – 333, 3,6 – 353

Рассчитанные значения констант скоростей реакций (1) и (2) гидратации оксида магния с использованием уравнений Колмогорова–Ерофеева и Саковича показали, что скорость реакции гидратации оксида магния значительно выше для реакции (2). Например, в области низких температур (313 К) константа скорости гидратации оксида магния для реакции (2) ( $K=2,513 \cdot 10^{-2}$ ) на три порядка выше по сравнению с реакцией (1) ( $K=3,077 \cdot 10^{-5}$ ).

Для реакций (2) и (3) гидратации оксида магния с использованием теории регулярных растворов рассчитаны значения энтальпии ( $\Delta H^0$ ), энтропии  $\Delta S^0$  и энергии Гиббса ( $\Delta G^0$ ) образования кристаллогидратов  $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (I) и  $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (II) [5].

Для изучения устойчивости кристаллогидратных соединений магния в процессах гидролиза, растворимости и обезвоживания рассматривали дополнительные реакции. Значения  $\Delta G^0_{298.15}$ , отнесенные к одному атому магния для реакций (2) и (3), составляют соответственно -35,18 и -28,02 кДж·моль<sup>-1</sup>.

Анализ результатов кинетических исследований гидратации оксида магния, термодинамических расчетов химических реакций формирования кристаллогидратных структур и зависимости значений энергии Гиббса от температуры для процессов, протекающих в системе MgO–MgCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O, позволяет сделать следующие выводы.

Образующиеся в процессе гидратации оксида магния кристаллогидратные соединения (I) и (II) обладают очень малой растворимостью, величина которой уменьшается с повышением температуры. Вплоть до температуры 437 К в присутствии жидкой фазы термодинамически устойчиво соединение (I). Соединение (II) образуется, вероятно, как промежуточная метастабильная фаза, наличие которой в продуктах реакции при температуре 437 К обусловлено только кинетическими причинами.

Термодинамические расчеты свидетельствуют также об устойчивости стабильного соединения (I) к потере кристаллизационной воды в виде жидкой

фазы во всем исследованном интервале температур (реакция 6) и в виде газа (реакция 7) до температуры 418 К. Устойчиво данное соединение и к гидролизу (реакция 8).



Предварительными опытами установлено, что при затворении MgO водным раствором MgCl<sub>2</sub> плотностью 1,20 г·см<sup>-3</sup> идет образование магнезиального теста с последующим процессом его твердения в магнезиальный камень, однако сроки начала схватывания магнезиального теста значительно превышают аналогичный показатель для каустического магнезита.

Экспериментально показана возможность сокращения сроков начала и окончания схватывания магнезиального теста в процессе формирования магнезиального камня до нормативных значений путем инициирования начала его твердения предварительным нагревом до температуры 343–353 К в течении 30–40 минут.

Сформированные из такого магнезиального теста лабораторные образцы в виде цилиндров и выдержанные для набора прочности в течение 3, 7 и 28 суток по величине предела прочности незначительно уступают аналогичным характеристикам контрольных образцов, полученных на основе каустического магнезита.

Результаты кинетических и термодинамических исследований показали, что оксид магния, содержащийся в шламе, обладает высокой химической активностью и при затворении его, как и каустического магнезита марки ПМК-75, раствором хлорида магния, может участвовать в реакции образования магнезиального цемента.

Кроме того, с термодинамической точки зрения формирование хлормагнезиальных цементов с участием оксида магния, содержащегося в шламе карналлитовых хлораторов, в широком интервале температур не должно осложняться процессами потери кристаллизационной воды и гидролиза.

Вязущие свойства оксида магния оценивали по срокам схватывания и твердения магнезиального теста, полученного в результате взаимодействия оксида магния с раствором хлорида магния. Основным критерием качественного формирования магнезиального цемента для лабораторных образцов выбраны значения предела их прочности на сжатие ( $R_{\text{сж}}$ ).

Для приготовления магнезиального теста навески оксида магния затворяли раствором MgCl<sub>2</sub> ( $\rho = 1,20 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ ) при различном массовом соотношении Т:Ж.

Экспериментально установлено влияние массового соотношения MgO и водного раствора MgCl<sub>2</sub> (Т:Ж) в реакционной смеси и времени выдержки на

воздухе на прочностные характеристики сформированного магнезиального камня.

Оптимальным массовым соотношением Т:Ж при затворении MgO водным раствором MgCl<sub>2</sub> является соотношение, равное 1,96. Лабораторные образцы, сформированные из такого магнезиального теста в виде цилиндров диаметром и высотой по 20 мм и выдержанные для набора прочности в течение 3, 7 и 28 суток, имеют предел прочности на сжатие соответственно 18,7; 31,2 и 53,1 МПа.

Кинетические исследования набора прочности образцов показали, что процесс твердения магнезиального теста идет интенсивно в течение первых 7 суток и к этому времени магнезиальный цемент набирает около 60 % марочной прочности.

Образование кристаллогидратных структур в образцах 28 суточного твердения подтверждается наличием в рентгенограмме исследуемого образца дифракционных линий  $d = 0,478; 0,237; 0,180; 0,157$  и  $0,148$  нм, соответствующих гидратной форме состава Mg(OH)<sub>2</sub> и  $d = 0,240; 0,226$  и  $0,198$  нм, соответствующих триоксигидрохлориду магния состава 3Mg(OH)<sub>2</sub>·MgCl<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O.

Кристаллогидратной формы пентаоксигидрохлорида магния состава 5Mg(OH)<sub>2</sub>·MgCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O в образце магнезиального камня, сформированного из системы MgO-раствор MgCl<sub>2</sub>, не обнаружено. Этот факт еще раз подтверждает, что наиболее термодинамически устойчивым является триоксигидрохлорид магния.

Таким образом, затворение MgO водным раствором MgCl<sub>2</sub> приводит к образованию прочных магнезиальных структур, что свидетельствует о его высокой химической активности в реакции образования и твердения магнезиальных цементов и о возможности использования шлама в качестве магнезиального вяжущего.

### Список литературы

1. Наназашвили И.Х. *Строительные материалы, изделия и конструкции. Справочник.* – М.: Высшая. Школа, 1999. – 494 с.
2. Зырянова В.И. *Влияние примесей на формирование структуры твердения и свойства магнезиальных цементов* / В.И. Зырянова, М.А. Савинкина, А.Т. Логвиненко. *Сибирский химический журнал.* 1992. Вып. 3. С. 116–119.
3. Липунов И.Н. *Исследование состава и свойств магнийсодержащих металлургических шламов* / И.Н. Липунов, А.С. Теплоухов, М.С. Ковель. *ЖПХ.* 2004. Т. 77. Вып. 2. С. 206–209.
4. Бергман А.Г. *К вопросу о твердении хлормагнезиальных цементов* / А.Г. Бергман, И.П. Выродов. *Сообщ. I. ЖПХ.* 1958. Т. 31. Вып. 1. С. 19–25. *Сообщ. II. ЖПХ.* 1959. Т. 32. Вып. 3. С. 504–509.
5. Саксена С. *Термодинамика твердых растворов породообразующих минералов* / С. Саксена. – М.: Мир. 1975. – 206 с.

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ТОРГОВЫХ ЦЕНТРАХ**

Е.В. Алымов

Государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан»,  
г. Уфа

В современном городе крупные торговые центры стали неотъемлемой частью инфраструктуры. Последние десятилетия активного развития промышленности и потребительского общества привели к повышенному образованию огромного количества различных отходов. Отходы транспортировочной упаковки, пищевые отходы общественного питания, и конечно отходы потребительской упаковки, пластиковые бутылки и алюминиевые банки, одноразовая посуда.

Российское законодательство в области обращения с отходами (ФЗ N 89-ФЗ от 24 июня 1998 г.) обязывает все торговые предприятия учитывать образующиеся у них отходы, составлять нормативы их образования и получать разрешения на их размещение, платить за вывоз и размещение отходов на свалках и полигонах. Существующая система обращения с ТБО основана преимущественно на захоронении их на свалках или полигонах твердых бытовых отходов, которые зачастую даже не имеют соответствующей лицензии. Поэтому любые действия, направленные на уменьшение объема захораниваемых отходов имеют большое значение для окружающей среды. Но даже обустроенные по последнему слову техники полигоны бытовых отходов неизбежно создают целый комплекс экологических проблем. Причем в России пока существует не более десятка таких «правильных полигонов» — есть только свалки, которые будут загрязнять окружающую среду еще около 100 лет после их закрытия.

Содержимое мусорного контейнера — это не просто некое вещество, предмет головной боли муниципальных властей, отвечающих за санитарную очистку городов, — это кладезь материалов для вторичного использования и решение снижения объемов размещения отходов за счет вовлечения в хозяйственный оборот большего количества вторичных материалов.

На сегодня, организация раздельного сбора отходов требует наибольших затрат, чем обычный сбор отходов в одно место. Это связано в первую очередь с повышением транспортировочных расходов, создания мест размещения отсортированных фракций, так как их необходимо вывозить в несколько этапов.

Проведенный нами в рамках разработки проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение состава отходов (мусора) от уборки торговых комплексов показал, что большая их часть состоит из компонентов, которые не представляют опасности для окружающей среды и при организации системы по их извлечению могут быть использованы в

качестве вторичных ресурсов. Ниже в таблице представлены усредненные значения морфологического состава отходов: Отходы (мусор) от уборки территорий и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами и отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли промышленными товарами.

Наименование торговых предприятий, г. Уфа	Морфологический состав отходов, %					
	Упаковка гофрированная	Бумага картон	Бутылки и банки	Полимерные материалы	Пищевые отходы	Прочие
ООО «Лора» (продажа продовольственных товаров)	10	25	8	11	41	5
ООО «Снаут» (продажа промышленных товаров)	27	11	3	12	17	30
ООО «Бизнес парк» (продажа промышленных и продовольственных товаров)	19	13	16	16	28	8

Чтобы повсеместно запустить переработку, необходимо создать нормативно-правовую базу, которая законодательно закрепила бы приоритет раздельного сбора перед другими, не столь экологичными и затратными способами обращения с отходами. Необходимо разработать и законодательную базу поощрения предприятий, занимающихся сбором и вторичной переработкой компонентов ТБО. Но немаловажной деталью является и то, что торговые центры являются полностью контролируемой средой, в которой можно определить элементы концепции и схему организации раздельного сбора отходов: оценки потока отходов, определение схемы движения отходов, организация мест хранения и перемещения, организация транспортирования вторичных материалов из собирающих емкостей в места переработки.

Все эти мероприятия, повысят стоимость товаров в торговых центрах, однако, внедренные повсеместно они в свою очередь снизят воздействие на окружающую среду за счет снижения потребления древесины на производство упаковочной бумаги, за счет уменьшения площадей свалок, за счет снижения объемов выбросов от разложения бумаги на свалках.

Таким образом, система раздельного сбора твердых бытовых отходов позволит решить следующие задачи в сфере обращения с отходами: выделение отходов, которые можно повторно использовать в качестве вторичных ресурсов; ресурсосбережения, за счет вовлечения в хозяйственный оборот большего количества вторичных материалов; устранения негативного влияния

на окружающую среду за счет снижения объема отходов, размещаемых на полигоне ТБО.

### Список литературы

1. Бобрович Б.Б. *Переработка промышленных отходов* — М.: "СП Интермет Инжиниринг", 1999. — 445 с
2. Сметанин В.И. *Защита окружающей среды от отходов производства и потребления*. — М.: Колос, 2000. — 232 с.

## ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ. ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ю.Н. Пушилина

Тульский государственный университет,  
г. Тула

В последнее время широкий интерес у специалистов вызывает экологическая безопасность зданий, сооружений и обслуживающих их систем климатизации. Эта тема приобрела особую актуальность в силу объективной необходимости и реакции общественности на рост числа примеров изменения климата и окружающей среды в результате деятельности человека.

Необходимость проектировать здания, сооружения и обслуживающие системы климатизации с учетом их экологичности возникла именно как следствие такого положения, и Киотский протокол, подписанный всеми крупными промышленными государствами (за исключением США), явился определяющим фактором в практическом применении данной концепции.

Применительно к области строительства зданий и сооружений, оборудованных системами климатизации, экологически безопасной считается такая взаимосвязь здания и инженерных систем, которая на протяжении всего срока службы обеспечивает эффективную эксплуатацию объекта при соблюдении следующих условий:

- минимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, в частности, веществ, способствующих созданию парникового эффекта, глобальному потеплению, выпадению кислотных дождей;
- минимальные объемы потребляемой энергии из невозобновляемых источников, сокращение энергопотребления и энергосбережение;

- минимальные объемы твердых и жидких отходов, в том числе от ликвидации самого здания (сооружения) и утилизации частей инженерного оборудования по истечении срока службы и выработке ресурса;
- минимальное влияние на экосистемы окружающей среды по месту нахождения объекта;
- наилучшее качество микроклимата в помещениях здания, санитарно-эпидемиологическая безопасность помещений, оптимальный тепловлажностный режим, высокое качество воздуха, качественные акустика, освещение.

Если все перечисленное кажется перечнем благих намерений, вряд ли осуществимых в обозримом будущем, отметим, что, в частности, в Европе за последние 10–20 лет построено множество зданий, самых разных по типу и назначению, успешно доказывающих, что многие условия экологической безопасности можно осуществить уже сегодня, если на этапе разработки проекта отойти от традиционного разделения задач архитектора и инженера-проектировщика систем климатизации и самым тесным образом взаимодействовать с непосредственным заказчиком.



Рис. 1. Жилой дом, обладающий признаками экологической безопасности: отопление и энергоснабжение обеспечиваются солнечными элементами, естественная вентиляция – посредством открываемых и регулируемых окон, при строительстве самого дома использовалось главным образом необработанное дерево

Общим признаком таких проектов стал отказ от существующего представления о необходимости использовать для обеспечения комфортных условий системы климатизации со всей их холодильной и тепловой мощностью. Экологическое проектирование, напротив, предлагает «ввести природу в дом»

(англ. «invite nature in») и использовать природные возможности, в том числе энергетические, настолько широко, насколько это возможно, сохранив за инженерными системами одну лишь задачу интеграции, и только в случае крайней необходимости.

В такой форме концепция экологически безопасного проектирования ведет к серьезной и подчас довольно глубокой переоценке архитектурной задачи, в буквальном смысле открывая двери широкому применению естественной вентиляции, солнечной радиации и другим возобновляемым источникам энергии так, чтобы само сооружение в известных пределах стало самообеспечиваемым благодаря использованию систем, регулирующих состояния его оболочки и параметров теплообмена с внешней средой. Механическим системам отводится, таким образом, чисто интегрирующая роль – компенсировать «провалы» и «пиковые» состояния, обусловленные экстремальными условиями температуры и влажности воздуха в зимний и летний периоды.



Рис.2. Жилой дом, где каждая квартира оборудована солнечной батареей, установленной вертикально непосредственно на фасаде. Система является дополнительным источником энергии для системы отопления и горячего водоснабжения

Обычное проектирование не может считаться экологически безопасным, поскольку целиком и полностью сводится к одному лишь поиску энергоэффективных инженерных систем, пусть даже с высокими стоимостными показателями. Между тем именно взаимосвязь здания с местными климатическими условиями с учетом предусматриваемых инженерных решений должно решить задачу его «экологической» привязки.

### Список литературы

1. <http://www.ecoteco.ru/id98/>
2. *ФЗ РФ от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"*.

## КОНЦЕПЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА

Ю.Н. Пушилина, П.Н. Чеботарев  
Тульский государственный университет  
г. Тула

Исследование проблем рационального природопользования, в первую очередь в традиционно-промышленных регионах, объективно предполагает применение принципиально новых подходов, обоснованных в научных трудах ведущих экономистов в этой области знания, в том числе уральской школы исследователей.

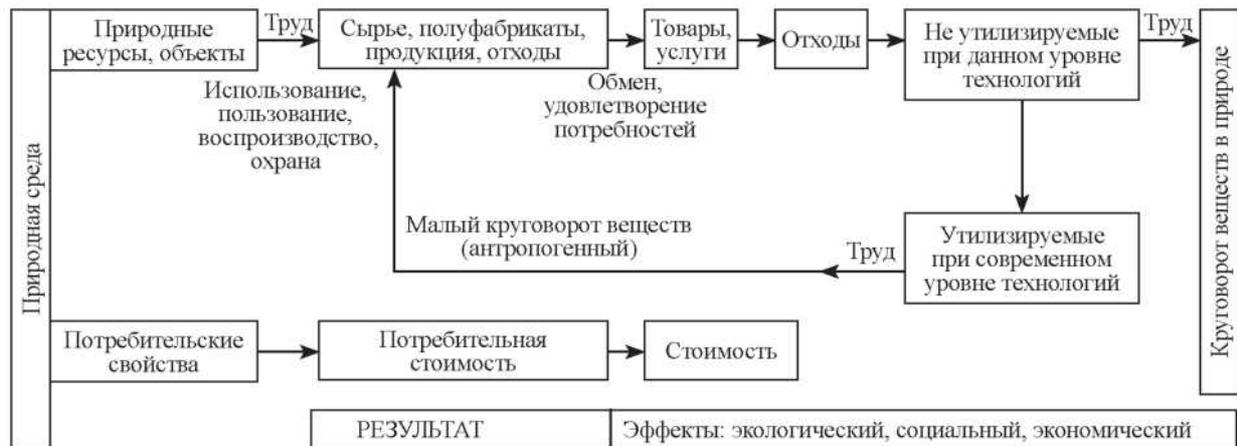
Сущность этих подходов, их концептуальное содержание представляется следующим образом:

- глобалистический и геополитический подходы обусловлены всеобщностью и взаимосвязью природных комплексов и их ролью в обеспечении условий жизнедеятельности и проживания людей;
- экосистемный подход подразумевает корреляционные взаимосвязи в природных системах всех уровней;
- циклический подход учитывает природные, антропогенные циклы, их возможное совпадение;
- геоэкологический и геосистемный подходы анализируют геологические явления, процессы, строение, особенности земной коры, сочетание ресурсов, их использование;
- социологический, геоэкономический, геоинформационный подходы имеют непосредственное значение для ориентации деятельности в природопользовании и повышения его эффективности;
- эволюционный, цивилизационный, геокультурный подходы необходимы для обоснования целей и способов решения проблемы;
- геоурбанистический подход объединяет проблему в пространстве, в аспекте ее локализации, концентрации и фокусирования в первую очередь в центрах (ядрах) урбанизации — в городах и в целом на урбанизированных территориях; структурный подход.

Все более явной становится необходимость использования экосистемного, пространственного (в первую очередь с учетом взаимодействия сопредельных территорий).

Многие исследователи считают, что именно такая концепция способствует реализации принципа рационального природопользования на всех

его этапах: от добычи ресурса до включения отходов в естественный круговорот веществ в природе (рисунок).



Принципиальная схема рационального природопользования

Необходимо выделить три основных тезиса этого направления, существенно отразившихся при их реализации в практике природопользования на высокоурбанизированной территории региона:

- в интересах одного предприятия природопользования (даже одного производства на градообразующих предприятиях моноспециализированных городов, особенно малых и средних) из комплексного (многокомпонентного) ресурса извлекается и используется один компонент, элемент (необходимый этому предприятию, производству как сырье), а остальные компоненты в лучшем случае остаются незадействованными в технологическом процессе или приводятся в состояние, невозможное для использования (При этом образуются огромные полигоны, отвалы шламо- и хвостохранилища, сосредоточившие и локализуящие большие массы отходов этих предприятий и производств с интенсивным воздействием на экосистему и ее элементы).

- в интересах одной отрасли (ведомства) используется одно или ограниченное количество свойств объекта природы, а остальные приводятся в состояние, невозможное для реализации;

- в интересах одной территории используется объект природы, не считаясь с интересами сопредельных территорий, при этом им наносится социальный, экологический и экономический ущерб.

Функциональная концепция подхода к анализу проблемы основана на рассмотрении ПХК как социально-эколого-экономической системы в аспекте функциональной единицы, взаимосвязанной с внешней средой. Для оценки экологического аспекта формирования и развития ПХК урбанизированных территорий важным фактором является учет взаимодействия, взаимовлияния и взаимообусловленности отдельных локальных ПХК и экосистем.

В силу пространственного, территориального сочетания естественных производительных сил, элементов экосистемы, их взаимодействия и корреляционной взаимосвязи развивались процессы наложения последствий,

эффекта их суммации в аспекте природной основы экосистемы и наложение антропогенных факторов, эффекта их суммации как между собой, так и с природной основой (Подразумевается эффект суммации как результат взаимодействия веществ, содержащихся в выбросах в атмосферу, сбросах в водный объект, отходах, а также на полигонах, между собой и с элементами природных веществ в этих составляющих экосистемы, а также как результат взаимодействия элементов экосистемы урбанизированной территории).

Вследствие названных факторов сложилась современная экологическая обстановка в регионе в целом и сформирован ее каркас, то есть экологический каркас данной урбанизированной территории.

Выявленные тенденции природного, антропогенного изменений в экосистеме обусловили необходимость объективного применения анализа, оценки экологической обстановки урбанизированной территории методом наложения как самих процессов, факторов, так и их последствий.

### Список литературы

1. [www.allbest.ru](http://www.allbest.ru)
2. Фомичев А.Н. Проблемы концепции устойчивого экологического развития: Системно-методологический анализ. М: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.- 216 с.

## ЭКОТОКСИЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ В СЕВЕРНЫХ РЕКАХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

И.Е. Михеев

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,  
г. Чита

Знание о составе и количестве металлов тканях (прежде всего, в мышечной) рыб имеют важное практическое значение. Рыбы являются одним из компонентов пищевого рациона населения, и избыточное содержание металлов в рыбе, в конечном итоге, отражается на здоровье человека как потребителя рыбной продукции.

Сведения о микроэлементном составе органов и тканей рыб можно использовать для оценки качества водотоков. Рыбы занимают в биоценозах водных экосистем верхний трофический уровень и обладают способностью накапливать металлы. Повышенное содержание в организме рыб металлов свидетельствует о значительной их концентрации в водной среде, аккумуляции их в пищевых цепях, функциональном нарушении во всех звеньях экосистемы.

Наиболее опасными для жизнедеятельности гидробионтов являются ионы тяжелых металлов (ТМ), обладающие высоко токсическим и кумулятивным эффектом. Рыбы накапливают ТМ в своих тканях в зависимости от содержания ТМ в водной среде.

ТМ являются неотъемлемой составной частью организма, поскольку многие соединения данных элементов входят в состав ферментов, витаминов, гормонов. Без их участия невозможны дыхание, образование крови, белковый, углеводный и жировой обмены. Опасность изменения фонового содержания металлов объясняется тем, что индивидуальная потребность рыб в данных элементах очень мала, а поступление из внешней среды их избыточных количеств приводит к различным токсическим эффектам и нарушению жизнедеятельности.

Для выявления содержания ТМ в тканях рыб обитающих в водотоках прилегающих к БАМу и Удоканскому месторождению меди были взяты образцы из основной р. Чара у хариуса (длина 16,2-24,0 см, масса 59,0-151,1 г, возраст 3+ - 5+, количество 4 экз.), налима (длина 36,1-45,6 см, масса 400,2-588,0 г, возраст 3+ - 4+, количество 3 экз.) и голяна обыкновенного (длина 6,5-7,2 см, масса 4,6-6,5 г, возраст 4+, количество 4 экз.). Из ее притоков р. Ингамакит у хариуса (длина 19,5-24,2 см, масса 99,6-147,1 г, возраст 3+ - 4+, количество 5 экз.), валька (длина 31,7-33,7 см, масса 327,3-462,7 г, возраст 5+ - 6+, количество 4 экз.). Из р. Нижний Ингамакит у хариуса (длина 17,0-21,0 см, масса 76,2-113,2 г, возраст 3+ - 4+, количество 5 экз.) и пестроногого подкаменщика (длина 14,8 см, масса 32,1 г, возраст 5+, количество 1 экз.). Суммарная цифра составила 26 экземпляров рыб.

Определение накопления ТМ у разных видов рыб проведено в Институте тектоники и геофизики (ИТиГ ДВО РАН, г. Хабаровск). В тканях определяли концентрации Fe, Mn, Zn, Cu, Sr, Cr, Ni, As, Pb, Co, Cd, Mo, Hg мг/кг сухой массы.

Анализ содержания элементов в тканях изучаемых видов рыб позволил выявить следующее. Содержание Cu, As, Cd, Hg, Pb в тканях всех анализируемых видов рыб обитающих в реках Чара, Ингамакит (кроме 2 экземпляров хариуса) и Н. Ингамакит не превышает допустимых концентраций.

Содержание марганца (Mn) в тканях рыб обитающих в реке Чара варьирует у хариуса 1,81-39,84, у голяна 11,57-15,98. Превышение ПДК составляет у хариуса 1,5-4,0 раза, у голяна 1,2-1,6 раза. В реке Ингамакит колебания широкие у хариуса <0,001-203,55, у валька <0,001-229,12, у налима в пределах ПДК 0,87-8,75. У одного экземпляра хариуса превышение ПДК составляет более 20 раз, у одного экземпляра валька около 23 раз. В реке Н. Ингамакит содержание марганца у хариуса находится в пределах 1,09-24,22, превышение ПДК составляет 1,8-2,4 раза, у подкаменщика в пределах ПДК (ПДК приводится по СанПиН 42-123-4089-85).

Содержание железа (Fe) в тканях рыб обитающих в реке Чара составляет 50,13-202,37, что превышает ПДК в 1,7-6,7 раза. Превышение ПДК у голянов составляет 3,4-7,5 раза. В реке Ингамакит у хариуса превышение ПДК наблюдалось у одного экземпляра в 15,8 раза. У валька и налима превышение ПДК не отмечено. В реке Н. Ингамакит содержание железа у хариуса находится

в пределах <0,001-100,36 (превышение ПДК в 1,5-3,3 раза), у подкаменщика 81,68, что превышает ПДК в 2,7 раза.

Содержание цинка (Zn) в тканях хариуса обитающего в реке Чара незначительно превышает ПДК в 1,2-1,3 раза, значительное превышение ПДК наблюдалось у голяна обыкновенного в 5,8-8,4 раза. В реке Ингамакит превышение ПДК цинка у анализированных рыб не наблюдалось. В реке Н. Ингамакит превышение ПДК цинка наблюдалось у одного хариуса почти в 2 раза и подкаменщика в 2,4 раза.

Отслеживание содержания ТМ позволит накапливать информацию о фоновом содержании изучаемых элементов в организме рыб, а с развитием территории (строительство второй ж/д ветки БАМ, разработки Удоканского месторождения меди) оценивать антропогенную нагрузку на водотоки, используя методы ихтиоиндикации.

*Работа подготовлена по материалам исследований по Программе фундаментальных исследований СО РАН № IX.88.1.6.*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА**

В. Костин, Н. Соколова, В. Каблов, Л. Чен<sup>1</sup>, В. Гамага, С. Родионов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волжский политехнический институт (филиал)

ГОУ ВПО Волгоградский государственный технический университет,  
г. Волжский

<sup>2</sup>ФГОУ ВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Волгоград

Увеличение производства продукции животноводства во многом зависит от кормовой базы, полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Приходная часть кормового баланса, как правило, включает кормовые средства, производимые из выращиваемых кормовых культур в конкретном регионе, в частности, Волгоградской области, а также кормовых продуктов, получаемых при переработке зерновых, зернобобовых и технических культур.

В настоящее время в связи с интенсивным развитием перерабатывающей промышленности производится и накапливается огромное количество отходов производства, представляющих в различной степени интерес как дополнительные кормовые средства. При этом появляется обоюдный интерес: перерабатывающие предприятия заинтересованы в утилизации отходов, а животноводческая отрасль – в приобретении их для пополнения кормового баланса. Наряду с традиционными кормовыми источниками кормовой баланс животноводства в нашей области можно пополнить за счет отходов, получаемых при переработке семян злаковых, бобовых, а также масличных культур.

Большой проблемой в настоящее время является дефицит белковых кормов животного происхождения. Частичным решением этой проблемы является возможность использования в кормлении животных моллюсков рода дрейссена, обильно образующегося в водоемах Волгоградской области на естественных и искусственных субстратах, в том числе различных гидросооружениях. На гидросооружениях дрейссена является основным организмом-обрастателем, представляющим угрозу для работы этих сооружений, и вызывающим избыточные нагрузки и биокоррозию конструкционных материалов. В то же время дрейссена является ценным кормовым ресурсом, содержащим полноценный животный белок, кальций и другие биологически активные вещества. Гидросооружения проводят периодическую очистку конструкций от моллюска дрейссена, после чего моллюск выбрасывается на свалку, где происходит его гниение. Например, только в районе волгоградского узла гидросооружений и судоходства при выполнении ремонтных работ после закрытия навигации образуется около 150-200 тонн биологических отходов. Биологическое разложение мягких тканей моллюсков создает следующие неблагоприятные факторы: неприятный запах, привлекающий кроме всего прочего виды-синантропы (птицы, грызуны, насекомые), выделение токсичных летучих веществ (аммиак, сероводород, летучие амины и др.), массовое развитие патогенной микрофлоры, паразитофауны, способных вызвать вспышку инфекционных заболеваний. Такая же проблема существует и на других гидросооружениях, в том числе на Волго-Донском судоходном канале и на гидроэлектростанциях Волжско-Камского каскада [1].

Для составления рецептуры комбикорма необходимо знать соотношение между основными составляющими моллюска – массами раковины, воды и тела. Проведенные исследования показали, что до 50 % массы моллюска составляет масса раковины, порядка 35-37 % - содержащаяся внутри моллюска жидкость и 13-15 % - тело моллюска. Для обеспечения безотходности производства комбикорма рационально обеспечить полную переработку моллюска, вместе с раковинной и жидкостью. Раковина моллюска Дрейссена состоит в основном из карбоната кальция, который является необходимым минеральным компонентом для формирования скелета большинства позвоночных животных, особенно для молодняка птицы и рыб. В соответствии с предлагаемым способом, жидкость, находящаяся внутри раковин моллюска, предлагается связывать, так как ее удаление потребует дополнительных технологических затрат и затрат на водоотведение. Для связки жидкости предлагается использовать отходы переработки зерна, а также технические отходы маслоэкстракционного производства, характеризующиеся низкой влажностью и высоким водопоглощением. Мясо Дрейссены характеризуется следующим химическим составом (%): сухие вещества –19; углеводы –0,21; зола – 3,2; общий азот –2,3; белок (N x 6,25) – 14,4; жир –1.23.

Технологический процесс производства комбикорма отработан в ходе совместных работ в лабораторных условиях ВПИ и ВГСХА. Основные стадии процесса следующие: сбор базового компонента комбикорма (моллюска) с гидротехнических сооружений и транспортировка его к месту переработки;

очистка базового компонента сырья от инородных неорганических включений (камни, куски бетона, металла и др.); измельчение основных компонентов комбикорма; смешивание в определенных пропорциях всех компонентов комбикормовой смеси; гранулирование; сушка; упаковка.

Соотношение всех компонентов корма, начальная влажность, степень измельчения, а также технологические параметры гранулирования и сушки были установлены экспериментально.

Анализ химического состава корма проводился в лаборатории «Анализ кормов и продукции животноводства» ВГСХА. Сырой протеин определялся методом Кьельдаля, аминокислотный состав с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105». Содержание сырого протеина в образцах корма составляет в среднем 22, 18 % от массы сухого вещества, что является хорошим показателем для гранулированных кормов [2].

Размеры гранул комбикорма диаметром 4 мм и длиной 6-8 мм являются наиболее универсальными для кормления подопытных животных (карась серебристый, рак узкопалый). Плотность гранул  $\rho=1,35 \text{ г/см}^3$ , такая плотность обеспечивает плавное погружение гранул в воде, что вместе с низкой размокаемостью позволяет использовать комбикорм для кормления различных видов рыб и раков. Опытным путем, в лаборатории экологической безопасности ВПИ, установлено, что размокаемость гранулы (то есть потеря ей первоначальной формы и размеров в воде) наблюдается: без перемешивания в течение 168 часов, а с принудительным перемешиванием не менее 2 часов.

Важным фактором при кормлении водных животных, особенно раков, является закисаемость гранул корма. Под закисаемостью понимается размокание корма в водной среде с последующим использованием питательных веществ, содержащихся в комбикорме, различными микроорганизмами, при этом изменяется рН среды, наблюдается незначительное помутнение воды.

В пробах, взятых во время эксперимента, через 48 часов обнаружено значительные скопления дрожжевых грибков. Причиной развития дрожжей является наличие в составе комбикорма отходов зернопроизводства. В течение последующих 48 часов наблюдалось массовое размножение парameций, пищей для которых являются дрожжи. Вследствие потребления парameциями дрожжей, в течение 24 часов происходит нормализация рН среды до первоначальных значений, прозрачность воды восстанавливается. Таким образом, хотя и наблюдается закисание комбикорма, это не представляет серьезной опасности для гидробионтов, так как парameции являются кормом для многих видов водных организмов, а также происходит быстрое сокращение численности их ввиду отсутствия кормовой базы. В природных и искусственных водоемах большого объема, эффект закисания будет проявляться крайне незначительно, к тому же парameции являются естественными обитателями пресных водоемов.

Полученный комбикорм в виде гранул отлично сохраняется в течение продолжительного времени при комнатной температуре и нормальной влажности без потери питательных и технологических качеств, что

подтверждено лабораторными исследованиями для опытной партии комбикорма, хранившейся в указанных условиях в течение 1 года.

Апробация данного комбикорма проводилась в течение полутора лет на опытной аквариумной базе лаборатории экологической безопасности ВПИ. Комбикорм использовался для кормления следующих видов подопытных животных: карась серебристый и рак узкопалый. Подопытные животные в течение всего времени эксперимента активно потребляли предложенный комбикорм, при этом нарушения здоровья и возникновения патологий не обнаружено [1].

Предложенный метод утилизации, заключающийся в переработке счищенных моллюсков на комбикорм, не только решает проблему улучшения экологической обстановки в районах гидросооружений, но и позволяет получать ценный сбалансированный комбикорм из биологических отходов совместно с техническими отходами перерабатывающих производств.

Существующей проблемой является сезонность проведения профилактических и ремонтных работ на гидросооружениях, что обуславливает периодический характер загрузки перерабатывающего оборудования. Данная проблема может быть решена использованием в качестве сырья других отходов сельскохозяйственных и пищевых производств (подсолнечника, горчицы и т.д.), образующихся в регионе.

В настоящее время разрабатываются технологии получения комбикормов из такого сырья, как тростник южный и горчичные и рыжиковые шроты и жмыхи.

Тростник южный широко распространён на территории всей Волгоградской области. Его можно отнести к быстровозобновляемым биоресурсам, что является важным показателем, так как заросли тростника являются не только местом укрытия многочисленных животных, местом гнездовья птиц, но и является важным компонентом кормовой базы ондатр, нутрий, лосей, оленей и других животных. Молодые побеги тростника представляют собой прекрасное сырьё для производства кормов и кормовых добавок, так как в них содержится много аскорбиновой кислоты, протеина, жиров, крахмала, клетчатки, других углеводов. В тоже время покос тростника является необходимым для снижения пожароопасности в регионе [3].

Побеги зеленого тростника хорошо зарекомендовали себя (с технологической точки зрения) для получения гранулированных комбикормов. Но, несмотря на то, что в нем содержится протеин, все-таки необходимо в тростниковую кормовую смесь добавлять и другие белковые компоненты. В настоящее время разработаны рецептуры и проводится апробация получения гранулированного комбикорма из тростника с добавлением в качестве дополнительного источника протеина рыжикового и горчичного жмыхов, которые являются отходами переработки масличных культур.

### Список литературы

1. Гамага В.В., Каблов В.Ф., Костин В.Е., Родионов С.Н., Соколова Н.А. Улучшение экологической ситуации в районах гидротехнических сооружений за счёт сбора и утилизации моллюсков рода дрейссена / Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 12 №1(8), 2010. - С. 2104 – 2107.
2. Справочник: Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / Под ред. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
3. Соколова Н.А., Костин В.Е. Каблов В.Ф., Комкова И.В. Перспективы использования тростника как возобновляемого ресурса, образующегося на территории Волго-Ахтубинской поймы / Материалы научно-практической конференции «ООПТ нижней волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы» Волгоград, 2010. - С. 153-155.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

### ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В.Ю. Виноградов, \*Л.Н. Шатилов, А.А. Сайфуллин,  
Н.В.Виноградова, А.Ю. Виноградов  
КНИТУ-КАИ,  
\*СТБ ТЕХСЕРВИС,  
г. Казань

Вопросы контроля параметров является важнейшей проблемой в нашей стране, так как в процессе эксплуатации двигателей и энергетических установок происходят в различные моменты времени сбои в работе того или иного элемента, поэтому что бы исключить элемент неожиданности был разработан прибор – черный ящик. В результате широкого использования на автотранспорте автомобильных «черных ящиков» в городе или области должно существенно, на 25-30 %, снизиться количество ДТП.

Снижение количества ДТП будет обусловлено повышением дисциплины водителей, так как будет обеспечен постоянный контроль за скоростью движения ТС, временем в пути и действиями водителя, а также контроль параметров с датчиков. В случае ДТП будет объективно установлена его причина, что позволит применить меры дисциплинарного и административного воздействия к виновнику. Кроме того, авто предприятия в результате контроля за сменным (суточным) пробегом ТС смогут получать более точную информацию о расходе топлива.

Конструктивно «черный ящик» выполнен в прямоугольном корпусе с габаритными размерами 150x80x60 мм. Масса УРПД - не более 0.5кг. В базовой

комплектации УРПД обеспечивает сбор, регистрацию и сохранение в защищенном твердотельном накопителе следующих параметров:

- время астрономическое;
- идентификационные параметры;
- транспортного средства и
- владельца;
- перегрузка по осям X, Y, Z;
- скорость;
- угол поворота колес;
- включение правого указателя поворота;
- включение левого указателя поворота;
- включение дальнего света;
- включение ближнего света;
- уровень тормозной жидкости;
- включение тормозов;
- включение ручного тормоза.

Время записи параметров ТС - 8...24 часа. Питание изделия осуществляется от штатной сети ТС напряжением 12 или 24 V.

Состав УРПД:

- блок регистрации со встроенным твердотельным акселерометром;
- датчик положения колес; - датчик скорости (при необходимости);
- комплект эксплуатационных документов.

Конструкция прибора обеспечивает защиту от несанкционированного проникновения, ударных воздействий в момент ДТП (исключает перебои в работе электроники «черного ящика»), температурных воздействий, возникающих во время аварии. Программное обеспечение осуществляет запрет на изменение параметров состояния и движения транспортного средства, текущего времени, диагностических данных.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ С УЧЕТОМ СУКЦЕССИИ**

А.А. Смирнов, О.Б. Бутусов, Н.И. Редикульцева

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),  
г. Москва

Сукцессией называется естественная смена лиственных пород хвойными. В процессе сукцессии лиственные леса переходят в хвойные. Учет этого процесса при моделировании динамики лесного фонда имеет важное эколого-экономическое и хозяйственное значение.

Разработана математическая модель динамики лесов, в которой сукцессионная динамика древостоев рассматривается в терминах площадей, занятых каждой из доминирующих пород. Построение матриц естественной сукцессии основывается на данных о породно-возрастной структуре древостоев. Возрастная структура лесов описывается в терминах десятилетних ступеней возраста. При этом процесс естественной сукцессии лесов представляется с помощью следующего матричного преобразования:

$$P_{j,j+1} = \begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1I} \\ \cdots & p_{ir} & \cdots \\ p_{I1} & \cdots & p_{II} \end{pmatrix} \quad (1)$$

где  $P_{j,j+1}$  - матрица естественной сукцессии древостоев при переходе с  $j$ -й ступени на  $j+1$ -ю ступень возраста;  $p_{ir}$  - коэффициент, описывающий сукцессию  $i$ -й лиственной породы в  $r$ -ю хвойную породу при переходе с  $j$ -й ступени на  $j+1$ -ю ступень возраста;  $I$  – число доминирующих пород.

На каждом шаге сукцессии должно выполняться условие баланса относительных площадей лесных территорий:

$$\sum_{i=1}^I S_{ij} = \sum S_{i,j+1} \quad (2)$$

где  $S_{ij}$  - площадь древостоев  $i$ -й доминирующей породы,  $j$ -й ступени возраста.

Процесс построения матрицы естественной сукцессии древостоев включает в себя следующие шаги:

- формирование матриц породной структуры молодняков и спелых насаждений  $M = \|m_{ik}\|$  и  $S = \|s_{ik}\|$ , где  $m_{ik}$  - доля площади молодняков, а  $s_{ik}$  - доля площади спелых древостоев  $i$ -той доминирующей породы в лесах  $k$ -того лесхоза (лесничества) рассматриваемого региона;

- расчет элементов матрицы (1) методом наименьших квадратов (МНК).

Задача МНК имеет следующий вид:

$$F(p_{11}, p_{12}, \dots, p_{II}) = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{i=1}^I \left( (P^T \cdot \vec{s}_{kj})_i - (\vec{s}_{k,j+1})_i \right)^2 \Rightarrow \min \quad (3)$$

где  $s_k = (s_{1k}, s_{2k}, \dots, s_{ik}, \dots, s_{Ik})$  – вектор породной структуры лесов по ступеням возраста  $k$ -того лесхоза (лесничества);  $K$  – количество лесхозов (лесничеств) в регионе;  $I$  – число доминирующих пород в регионе;  $J$  – количество ступеней возраста.

Разработанная математическая модель динамики лесов учитывает следующие процессы: гибель лесных территорий от пожаров, сукцессии, рубки спелых древостоев и воспроизводство новых лесных насаждений на вырубках.

Для моделирования использованы данные учета лесов Вологодской области [1]. На рис.1 представлены результаты расчета породно-возрастной структуры лесного фонда Вологодской области.

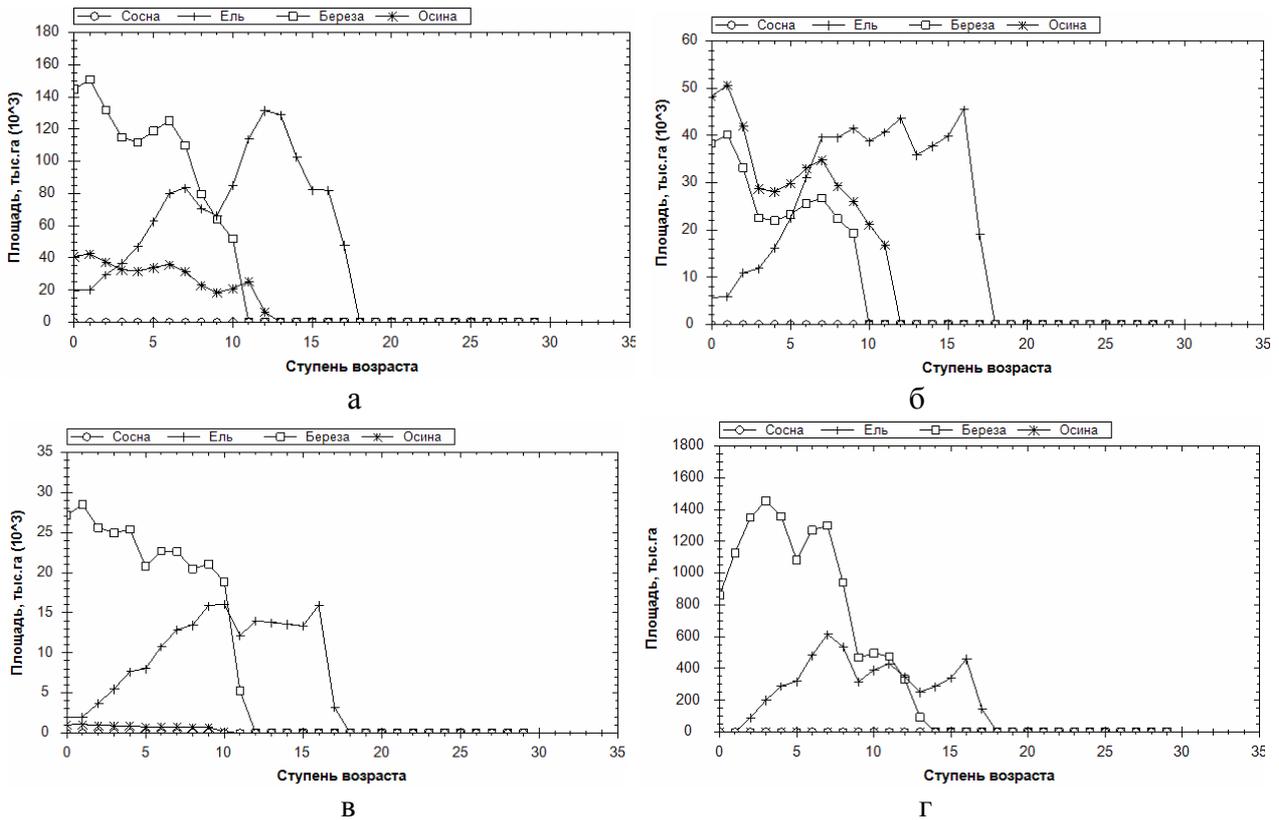


Рис.1. Породно-возрастная структура лесов Вологодской обл.:  
а – черничники, б – кисличники, в – трояноболотные, г - сфагновые

Предельный возраст ельников во всех четырех категориях лесов составляет 180 лет (18-ая ступень возраста). В черничниках предельный возраст сосновых лесов – 110 лет, в кисличниках – 100 лет, в трояноболотных – 120 лет, в сфагновых – 140 лет. Модельные расчеты выполнены для сценария лесопользования, при котором в первую очередь рубятся наиболее зрелые древостои.

### Список литературы

1. Коровин Г.Н., Корзухин М.Д., Бутусов О.Б., Голованов А.С. Долгосрочное прогнозирование динамики породно-возрастной структуры // Лесоведение – 2011. - №6. – С.94-110.

## Содержание

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Виноградов В.Ю., Виноградова Н.В., Маслов В.Е., Сайфуллин А.А. Вопросы глушения шума в процессах очистки газовых выбросов ДВС.....	3
Чертков П.В. Мониторинг источников выбросов загрязняющих веществ на состояние атмосферного воздуха в зоне воздействия цемзавода «Пролетарий».....	4
Трофимова Г.И. Изменение состояния окружающей среды под влиянием открытой разработки Ерунаковского угольного месторождения.....	6
Еникеева Т.М., Сахипгареева А.Р. Анализ путей обеспечения безопасности эксплуатации печи пиролиза.....	12
Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Деструкция 1,3–дигидроксibenзола в коаксиальном бездиафрагменном электрохимическом реакторе.....	14
Левченко Л.М., Сагидуллин А.К., Шемякин В.В., Шуваева О.В. Очистка сточных вод от примесей тяжелых металлов.....	16
Сагидуллин А.К., Шемякин В.В., Смоляков Б.С., Левченко Л.М. Применение модифицированных углеродных сорбентов для очистки водоемов, загрязненных ионами токсичных металлов (Zn, Cd, Cu).....	20
Цыбульская О.Н., Ксеник Т.В., Чириков А.Ю., Юдаков А.А., Перфильев А.В. Комплексный подход к обезвреживанию и утилизации отходов гальванического производства.....	23
Суворова О.В., Манаква Н.К., Матвеев В.А., Майоров Д.В. Переработка аморфного кремнезема с получением теплоизоляционного гранулированного материала.....	26
Жуков И.В., Казаков А.В. Новый подход к повышению качества очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.....	28
Кондратьев В.Б., Корольков М.В., Костикова Н.А., Куткин А.В. Промышленная реализация инновационных отечественных технологий утилизации и обезвреживания стойких органических загрязнителей.....	33
Верин Д.А., Рамазанов К.Р., Арзамасцев С.В. Переработка отходов акрилатных производств.....	40
Липунов И.Н., Первова И.Г. Химическая активность и вяжущие свойства оксида магния, содержащегося в твердых отходах магниевого производства.....	44

Алымов Е.В. Внедрение системы раздельного сбора твердых бытовых отходов в торговых центрах.....	50
---	----

### **ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ.**

#### **ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.**

#### **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Пушилина Ю.Н. Экологическая безопасность проектирования зданий и сооружений.....	52
Пушилина Ю.Н., Чеботарев П.Н. Концепции исследований и анализ экологических проблем урбанизированных территорий региона.....	55
Михеев И.Е. Экотоксикологическое состояние ихтиофауны в северных реках Забайкальского края.....	57
Костин В., Соколова Н., Каблов В., Чен Л., Гамага В., Родионов С. Разработка технологии производства комбикормов на основе вторичных сырьевых ресурсов региона.....	59

#### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

Виноградов В.Ю., Шатилов Л.Н., Сайфуллин А.А., Виноградова Н.В., Виноградов А.Ю. Вопросы и перспективы контроля параметров двигателей и энергетических установок.....	63
Смирнов А.А., Бутусов О.Б., Редикульцева Н.И. Математическое моделирование динамики лесов с учетом сукцессии.....	64