

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
СОЮЗ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ТУЛЬСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«ЛИГА ЗДОРОВЬЯ НАЦИИ»

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Издательство «Инновационные технологии»
ТУЛА 2012

Издание осуществлено при поддержке средств, выделенных в качестве гранта Общероссийской общественной организацией «Лига здоровья нации» по итогам конкурса, проведенного в соответствии с распоряжением Президента Российской Федерации № 127-рп от 02.03.2011 года «Об обеспечении в 2011 году государственной поддержки некоммерческих неправительственных организаций, участвующих в развитии институтов гражданского общества

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ VIII Междунар. науч.-технич. конференция под общ. ред. В.П. Мешалкина - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. – 131 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, утилизации 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:

Акад. РАН Алдошин С.М., чл.-корр. РАН Мешалкин В.П., д-р техн. наук, проф. Соколов Э.М., канд. техн. наук Перлов Н.А., канд. техн. наук Сокол Б.А., д-р техн. наук, проф. Панарин В.М., канд. техн. наук Хадченко С.М., канд. техн. наук Зуйкова А.А.

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

ISBN 978-5-905762-03-1 © Авторы докладов, 2012

© Издательство «Инновационные технологии», 2012

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

МЕТОД ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД В НИЗОВЬЕ РЕКИ ИЛИ

С.М. Романова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы

Бассейн реки Или в Казахстане является перспективным районом орошаемого земледелия. С увеличением площадей рисовых плантаций неуклонно растет и количество применяемых удобрений и пестицидов. Расширение масштабов использования пестицидов требует правильной научной оценки возможных последствий для окружающей природы интенсивного введения такого мощного фактора, как ядохимикаты. Под действием стоков с сельскохозяйственных угодий с высоким содержанием ядохимикатов и удобрений в природных водных объектах могут наблюдаться необратимые изменения свойств и состава воды и гидробионтов.

В течение ряда лет КазНУ им. аль-Фараби совместно с КазНИИ Водного хозяйства проводились исследовательские работы по изучению химического состава коллекторно-дренажных вод Акдалинского и Тасмурунского массивов орошения и их воздействию на качество воды реки Или на участке от головного водозабора до створа - сброса последнего коллектора [1-3]. Установлено, что среднемноголетняя величина минерализации воды р. Или в районе головного сооружения (фоновый створ) в период вегетации риса колеблется от 320 до 470 мг/л. В ионном составе преобладающими являются ионы кальция (2,30 ммоль/л экв.) и гидрокарбонатные ионы (2,67 ммоль/л экв.). Практически по всем ингредиентам, а также по рассчитанным ирригационным показателям вода реки Или благоприятна при использовании ее для орошения и характеризуется стабильностью макрохимического состава.

Степень влияния коллекторно-дренажных вод на гидрохимический режим реки Или различна и зависит от сезона года, характера почв, дренированности территории и усиливается в период массовых сбросов воды с рисовых чеков, обработки полей средствами химической защиты растений и удобрений.

Отмечено, что вода коллекторов не оказывает существенного влияния на физические показатели воды реки Или (цветность, прозрачность, запах). Содержание растворенного кислорода в речной воде на всем протяжении

оросительного периода поддерживается в пределах нормы и колеблется от 8,7 до 21,3 мг/л. По таким показателям, как химическое (ХПК) и биохимическое (БПК) потребление кислорода, превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) для рыбохозяйственных целей наблюдается в середине вегетационного периода, уменьшаясь к его концу. И здесь четко прослеживается влияние коллекторно-дренажных вод, так как в этот период в коллекторах, как правило, уровень концентраций по этим показателям превышает предельно-допустимую норму по ХПК в 1,2...4,6, а по БПК - в 4,6...5,2 раза. В динамике содержания азотных соединений выявляется также четкая тенденция к повышению аммонийного азота, концентрация которого в илийской воде в периоды массовых сбросов воды с рисовых чеков превышает предельно-допустимую в 3-6 раз.

При прогнозировании гидрохимического режима водных объектов фактор засоления вод за счет вымывания солей из почвогрунтов имеет немаловажное значение. Установлено, что на 170-километровом участке р. Или из системы функционирующих коллекторов наибольшее отрицательное влияние оказывают коллекторы Ки-4 и Ки-5, собирающие воды с рисовых чеков АО "Акдала". Вода этих коллекторов имеет минерализацию от 440 до 1890 мг/л, максимальное ее значение превышает илийскую в 3,5...4,5 раза. Это закономерно, так как коллекторы Ки-1, Ки-2, Ки-3 дренируют давно освоенные земли, промытые от солей, а коллекторы Ки-4, Ки-5 - земли, сравнительно недавно освоенные и засоленные. Именно поэтому в р. Или после впадения вод из последних коллекторов в наибольшем количестве обнаруживаются гидрокарбонаты, содержание которых значительно увеличивается в конце вегетационного периода.

Вода р. Или после впадения последнего коллектора в начале и середине вегетационного периода имеет минерализацию, мало отличающуюся от ее значений в фоновом створе (350...500 мг/л). Во второй половине оросительного периода, когда в реку сбрасываются большие объемы коллекторно-дренажных вод, наблюдается повышение величины минерализации до 600-800 мг/л, особенно после впадения воды из коллекторов Ки-4 и Ки-5.

Агротехника возделывания риса связана с широким применением таких органических препаратов, как ордрам, пропанид, производные 2,4Д кислоты и минерального пестицида медного купороса (для борьбы с сине-зелеными водорослями). Установлено, что в период вегетации риса загрязнению ядохимикатами подвергаются практически все коллекторно-дренажные воды илийского региона. Содержание пропанида и его метаболита 3,4 - дихлоранилина в коллекторах колебалось от 6,0 до 8,5 ПДК. Концентрация ордрама через месяц после обработки полей, затопления и сброса воды с чеков в воде коллекторов Ки-3 и Ки-4 составила 15...17 ПДК.

Попадая в р. Или, вышеуказанные препараты нарушают, а иногда и полностью парализуют деятельность водных растений и микроорганизмов, затормаживая процессы самоочищения, протекающие в водотоке. Так, в летние месяцы в воде р. Или содержание пропанида составило от 1,06 до 3,2 ПДК, а в створе ниже впадения воды из коллектора Ки-2 достигло 12 ПДК. Наличие

ионов меди в реке в концентрациях от 0,01 до 0,1 мг/л, превышающих допустимые пределы в 10...100 раз, обусловлено привнесением ее с коллекторно-дренажной водой, о чем свидетельствуют результаты исследований по содержанию ионов меди в воде коллекторов. В коллекторах Тасмурунского массива концентрация ионов меди не снижается ниже 0,15...0,10 мг/л. Особенно высоким содержанием ионов меди характеризуется коллектор Ки-4 в июне-июле месяцах (0,26 мг/л), когда медный купорос выносится с рисовых полей со сбросными водами.

Проведенный комплекс исследований и полученные результаты показывают, что водоохранная обстановка в бассейне р. Или в результате сельскохозяйственного производства ухудшается и уже сегодня требует принятия безотлагательных мер. В качестве эффективного водоохранного мероприятия рекомендуется широкое использование коллекторно-дренажных вод на повторное орошение риса и технических культур. Метод известен в практике рисосеяния и апробирован в производственных условиях АО "Бирлик" Акдалинского массива. Реализация этого мероприятия позволяет существенно снизить вынос гербицидов с рисового поля в реку, одновременно сократив расход свежей воды и ядохимикатов. Внедрение метода повторного использования только в одном совхозе илийского региона дало экономический эффект в среднем 39 тыс. долларов США в год.

Существенное улучшение рыбохозяйственных условий р. Или может быть достигнуто также постоянным обеспечением ряда водоохраных мероприятий предупредительного характера, к числу которых следует отнести:

- строгое соблюдение правил хранения и применения органических и минеральных удобрений, ядохимикатов;
- широкое применение укороченных режимов затопления рисовых чеков, что способствует значительному уменьшению выноса гербицидов и созданию благоприятных условий разложения гербицидов в слое затопления риса;
- отведение коллекторно-дренажных вод в аккумулирующие емкости (понижения местности) и использование этих вод в маловодный период, либо выдерживание их до полного распада ядохимикатов перед сбросом в водоем.

Основным критерием оценки воздействия хозяйственной деятельности водопользователей на поверхностные воды является обеспеченность предельно допустимых сбросов загрязняющих в (лимитов) веществ, устанавливаемых с учетом создавшейся экологической ситуации предприятия, ассимилирующей способности конечного водоприемника, сформировавшегося его фонового состояния. По состоянию на 1999...2000 гг. для 15 водопользователей области из 28 функционирующих были пересмотрены прежние, либо разработаны впервые, условия отведения сточных вод в природные поверхностные водные объекты [4].

В настоящее время, в силу сложившейся экономической ситуации, количество постов наблюдений за качеством стока сокращены до минимального числа, что не может обеспечить рациональное и экологически

безопасное использование водных ресурсов области, поэтому необходима оптимизация сети мониторинга поверхностных вод.

Список литературы

1. Романова С.М. *Гидрохимия и гидроэкология оросительных систем РК (бассейн р.Или)*. - Алматы: ДООИВА «Школа XXI века», 2003. – 181 с.
2. Роденко И.С., Ляшенко Л.В., Кайдарова Р.К. *Влияние сельскохозяйственных стоков на гидрохимический режим р.Или*. В кн.: *Охрана водных ресурсов и мелиорация в Казахстане*. - А-Ата: Кайнар, 1995. - С.45-51
3. Романова С.М., Беремжанов Б.А., Ибрагимова М.А. *Гидрохимия оросительных систем низовья р.Или и их народно-хозяйственное значение*. В кн.: *Физико-химические основы переработки минерального сырья Казахстана*. - А-Ата, 1996. - С.33-46 (ДСП)
4. *Современное состояние хозяйственной деятельности в Или-Балхашском бассейне*. Кн. *Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под редакцией Т.К. Кудекова*. – Алматы, Изд-во «Каганат», 2002. - 388с.

ГУМИНОВЫЕ СОРБЕНТЫ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ БОРЬБЫ С ЗАГРЯЗНЕНИЯМИ ВОДОЁМОВ

Т.С. Уразова^{1,2,3}, А.Л. Бычков^{1,2}, О.В. Шуваева^{2,3}, О.И. Ломовский¹

¹ Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН,

² Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,

³ Новосибирский государственный университет,

г. Новосибирск

К настоящему времени предложено большое число способов и материалов для очистки окружающей среды от загрязнений тяжёлыми металлами, отходами нефтепереработки и другими органическими и неорганическими соединениями. Применение сорбционных методов, позволяющих сконцентрировать и затем провести утилизацию загрязнения, связано с такими проблемами, как стоимость и доступность сорбента, необходимость его регенерации, в том числе, когда он сам становится источником загрязнения окружающей среды. В связи с этим, наиболее перспективным предполагается использовать в качестве сорбентов неорганических и органических загрязнений природные объекты, например гуминовые вещества.

Гуминовые вещества являются полифункциональными органическими соединениями, которые играют важную роль в процессах трансформации и транспорта ионов металлов в почвах, связываясь с ними в различные комплексы [1]. На сегодняшний день механохимические подходы к обработке природного сырья позволяют не только увеличивать выход водорастворимых

гуминовых кислот (ГК), но и химически изменять их структуру для обеспечения необходимых свойств [2].

Целью данной работы является изучение физико-химических свойств гуминовых кислот из бурых углей и создание на их основе эффективного сорбента-коллектора, пригодного для извлечения неорганических загрязнений.

Для изучения влияния химической структуры на сорбционные свойства были выделены «модельные» фракции ГК. Экстракция проводилась водными растворителями с постепенно убывающей основностью. Установлено, что в виде выделенных фракций извлекаются практически все щёлочерастворимые ГК, содержащиеся в выбранном буром угле (Кемеровская обл.).

С целью определения содержания функциональных групп в гуминовых кислотах модельных фракций, проведено обратное потенциометрическое титрование образцов. Известно, что в ГК содержатся 3 типа групп, обладающих кислотными свойствами [3]. Обнаружение на кривой титрования трёх точек эквивалентности позволило рассчитать число интересующих групп (таб. 1).

При изучении кинетики сорбции показано, что максимальная ёмкость характерна для гуминовых кислот, содержащих наибольшее количество фенольных и карбоксильных групп (модельная фракция 1). Описание кинетики сорбции уравнениями Фрейндлиха и Лэнгмюра показало, что в данном случае протекает хемосорбция ионов Cd^{2+} на энергетически неэквивалентных центрах.

Таблица 1
Характеристики модельных фракций гуминовых кислот

Фракция ГК	Содержание функциональных групп, ммоль/г			Ёмкость, мг _{Cd} /г _{ГК}
	Ar-OH (pH 10-11)	Ar-COOH (pH 6,9-9,5)	RCOOH (pH 2,5-6,0)	
№ 1	10,0 ± 0,9	6,0 ± 0,7	1,3 ± 0,1	210 ± 20
№ 2	8,0 ± 0,9	4,2 ± 0,5	1,04 ± 0,2	100 ± 10
№ 3	7,7 ± 0,8	5,1 ± 0,6	1,7 ± 0,2	120 ± 10

Основываясь на полученных выводах, механической активацией (МА) в планетарной мельнице АГО-2 из бурого угля с щелочным (NaOH) и щелочно-окислительным ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}_2$) реагентами были получены образцы сорбентов с повышенным выходом гуминовых кислот (см. таб.2). Результаты химического анализа дают повод предполагать, что при обработке угля с щёлочным реагентом происходит образование солей гуминовых кислот без образования новых функциональных групп. Обработка с щёлочно-окислительным реагентом приводит к образованию новых фенольных групп, что придаёт сорбенту повышенную сорбционную ёмкость.

Таблица 2

Характеристики механохимически полученных гуминовых сорбентов

Образец	Общее содержание ГК, %	Содержание фенольных групп, ммоль/г
Исходный бурый уголь	23,6 ± 0,4	5,8 ± 0,7
Уголь МА с NaOH	59,6 ± 11	6,6 ± 0,7
Уголь МА с Na ₂ CO ₃ *1,5H ₂ O ₂	72 ± 3	9,0 ± 1

Новые сорбенты удаляют тяжёлые металлы из смоделированного многоэлементного загрязнения (Cd, Pb, Co, Cr), причем лучшие показатели характерны для гуматов, механически активированных с щелочно-окислительным реагентом. Полученные продукты являются перспективными для извлечения тяжёлых металлов из растворов с целью очистки загрязнённых водоёмов.

Список литературы

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. // М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325с.
2. Мамылов С.Г., Ломовский О.И. О хелатирующей способности гуминовых кислот при механохимическом воздействии // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*, 2010. - Т. 7. - С. 98- 103.
3. Campitelli P.A., Velasco M.I. Charge development and acid-base characteristics of soil and compost humic // *J. Chil. Chem. Soc.*, 2003. - Vol. 48. - P. 27-32.

**МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТАВА РАСТВОРА
В ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ УСТАНОВКАХ
«ТРАВЛЕНИЕ-РЕГЕНЕРАЦИЯ»**

А.Э. Эппель, И.В. Гейко, Е.Б. Эппель, Н.С. Конюхова
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород

Длительная эксплуатация травильных растворов предполагает их электрохимическую регенерацию в сочетании с частичной химической корректировкой по отдельным компонентам. Если постоянства концентрации основного травителя и продуктов травления в растворе можно достичь корректировкой времени работы регенератора, то постоянство остальных компонентов обеспечивается их непрерывным или периодическим добавлением в рабочую емкость химико-технологической системы. При условии неизменности объема этой емкости, часть раствора должна сливаться и направляться на нейтрализацию. Для создания экологически чистой химико-технологической системы требуется синхронизация времени работы

электрохимического регенератора и дозаторов корректирующих растворов, а для этого необходимо непрерывное измерение концентраций всех компонентов раствора в технологическом модуле. Решение данной проблемы предполагает создание способа автоматического контроля текущих концентраций компонентов травильного раствора.

Применяемые в промышленности способы контроля и регулировки состава травильных растворов по окислительно-восстановительному потенциалу, плотности, рН, различным электрохимическим параметрам в основном лишь поддерживают состав в определенных пределах, не определяя концентраций всех компонентов раствора. Таким образом, все известные системы не обеспечивают полноту контроля, что снижает надежность управления и экологическую безопасность технологического процесса.

С этих позиций целесообразно рассмотреть идею многопараметрического способа, основанного на одновременном измерении нескольких физико-химических параметров раствора, связанных с концентрациями его компонентов, составлении и решении системы уравнений вида:

$$y = f_j(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n); \quad j = \overline{1, m} \quad (1)$$

где n – число компонентов раствора, m – число измеряемых физико-химических параметров, y_i – измеряемые параметры, x_i – концентрации компонентов раствора.

Основной задачей создания способа контроля является правильный выбор измеряемых параметров и выявление их взаимосвязи с концентрациями компонентов раствора.

Первичные контролирующие датчики физико-химических свойств раствора должны отвечать ряду требований: обладать высокой разрешающей способностью, малым разбросом полученных замеров и простотой оборудования.

Рассмотрим разработку метода контроля на примере медно-хлоридного травильного раствора, в состав которого входят три компонента: CuCl_2 , CuCl и HCl . Таким образом, для его контроля необходимо выбрать три физико-химических параметра.

В качестве контролируемых была исследована возможность использования следующих физико-химических параметров: рН, оптическая плотность на трех различных светофильтрах, электропроводность раствора, окислительно-восстановительный потенциал, физическая плотность раствора, величины пиков и площадок предельного тока на потенциодинамических и потенциостатических кривых.

На первом этапе исследования были получены однофакторные зависимости. При этом изучалось влияние изменения концентрации одного из компонентов раствора на каждый из физико-химических параметров. Другие концентрации поддерживались постоянными и равными концентрациям рабочего раствора.

Результаты предварительных экспериментов показали следующее: электропроводность и рН раствора существенно зависит только от концентрации соляной кислоты. Наибольшее влияние на физическую

плотность оказывает изменение содержания CuCl_2 в растворе. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в заданном диапазоне концентраций незначительно и зависит от концентраций всех трех компонентов раствора. При снятии катодных потенциодинамических кривых наблюдались два пика, зависящих в основном от концентраций в растворе CuCl_2 . В дальнейшем для удобства исследовалась величина первого пика-тока, то есть, не доходя до образования пленки CuCl на электроде. На анодной потенциодинамической кривой наблюдался один пик, зависящий от содержания в растворе CuCl . Катодный предельный ток зависит в основном от концентрации CuCl_2 , а анодный предельный ток – от концентрации CuCl . Величина оптической плотности зависела от концентраций всех компонентов раствора.

Для окончательного выбора наиболее подходящих параметров, пригодных для расчета состава растворов, были определены коэффициенты корреляции между соответствующим физико-химическим параметром и каждой концентрацией.

Исходя из полученных данных, для контроля медно-хлоридного раствора можно предложить измерение следующих параметров: рН, электропроводность, предельный анодный ток, анодный пик тока, физическую плотность и первый катодный пик тока.

На втором этапе, на основании этого выбора необходимо получить регрессионные уравнения, описывающие зависимость этих физико-химических параметров от компонентов концентраций раствора.

Для получения регрессионных уравнений проводился полный факторный эксперимент. По критерию χ^2 Пирсона была показана нормальность распределения выходных случайных величин, а по критерию Кохрена – однородность дисперсий, что позволило использовать методы регрессионного анализа. Была проведена проверка значимости коэффициентов уравнений по критерию Стьюдента и адекватности уравнений по критерию Фишера. Все уравнения, кроме описывающего зависимость анодного пика тока от концентраций компонентов раствора, оказались адекватными. Из полученных уравнений необходимо выбрать три, которые и будут использоваться для контроля состава медно-хлоридного травильного раствора.

Для выбора можно сформулировать два условия:

1. полученная система уравнений должна иметь единственное решение, то есть уравнения должны быть наиболее близки к линейным;
2. простота технической реализации первичных контролируемых датчиков.

Первое условие более важно, так как даже если имеется простой первичный датчик для измерения данного физико-химического параметра, неоднозначность решения системы уравнений требует данный параметр отвергнуть.

Из двух величин, рН и электропроводность, контроль за содержанием HCl удобнее проводить по рН, для которого регрессионные уравнение

практически линейны, и в качестве измерителя можно рекомендовать стандартный промышленный преобразователь.

Для контроля CuCl_2 физическая плотность и катодный ток пика практически равноценны, как по первому условию, так и по простоте первичных приборов. Согласно предварительным экспериментам на первом этапе катодный ток пика более чувствителен к изменениям концентрации CuCl_2 . Для контроля концентрации CuCl , очевидно, выбирается единственный пригодный параметр – предельный анодный ток. Таким образом, можно предложить следующий набор физико-химических параметров для автоматического контроля состава медно-хлоридного травильного раствора: катодный ток первого пика, предельный анодный ток и pH.

Для проверки пригодности уравнений было приготовлено несколько контрольных растворов, аналитически определен их состав и замерены соответствующие физико-химические параметры. Затем по уравнениям был рассчитан теоретический состав раствора. Согласно результатам этих экспериментов, применение предложенной системы физико-химических параметров приводит к максимальной относительной ошибке определения концентраций не более 2,5 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований, был разработан способ автоматического контроля состава медно-хлоридного травильного раствора, что позволит существенно повысить экологическую чистоту работы химико-технологической системы «травления-регенерации».

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.

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

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.

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.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБОНИЗИРОВАННОГО ШЛАМА ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.А. Пасечник, А.С. Яценко, И.Н. Пягай, В.Т.Суриков, С.П. Яценко
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химии твердого тела Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург

Проблема рационального природопользования актуальна для многих отраслей металлургии, не являются исключением и предприятия алюминиевой отрасли. Существующие крупномасштабные глиноземные производства характеризуются низкой комплексностью использования сырьевых ресурсов. На каждую тонну товарного глинозема в отвалы сбрасывается более тонны отхода в виде высокощелочной пульпы – красного шлама (КШ). В шламохранилищах складированы многие десятки млн. тонн этого опасного для окружающей среды и человека отхода. Выветривание и водная эрозия КШ вызывают загрязнение близлежащих почв и поверхностных вод. В связи с большим количеством накопленных на поверхности шламов с каждым годом увеличиваются масштабы угрозы экологической катастрофы, а локальные утечки не всегда афишируются в средствах массовой информации.

На Урале в Свердловской области на каждом из двух алюминиевых заводов имеются по три шламохранилища, занимающие более сотни га каждое. Рекультивация шламоотвалов только частично решает проблему. Покрытие их слоем инертных отходов и почвы с последующим травопосевом снимает лишь вопрос пылеуноса. Кроме того до настоящего времени рекультивированы только небольшие части площади шламоотвалов. Бурение рекультивированного шламоотвала Уральского алюминиевого завода (филиал «УАЗ-СУАЛ») показало, что внутри «захоронения» остается подвижная жидкая пульпа, которая продолжает проникать в нижележащие водоносные слои.

Пристальное внимание ученых и промышленников стран, имеющих глиноземные заводы, отражается в изучении возможности, как полной переработке шламов, так и в предложениях по извлечению некоторых ценных компонентов КШ. Полная комплексная переработка КШ является кардинальным решением. Но, несмотря на многочисленные исследования отечественных и зарубежных научных коллективов, утилизация шлама до сих пор не решена. Это обусловлено, прежде всего, высокой капиталоемкостью предлагаемых решений.

Области применения в промышленности исходного отвального КШ или модифицированного – после предварительной обработки:

Черная металлургия. Введением КШ, вместо бентонита при производстве окатышей, достигается упрочнение агломерата с повышением производительности агломашин на 5 % [1]. При пирометаллургической переработке КШ был получен чугуи и саморассыпающийся шлак с извлечением глинозема [2]. Образующийся шлак кислотным способом перерабатывают на гипс, удобрения и концентраты редких металлов [3].

Цементная промышленность. Нефелиновый шлам, как известно, используется для производства портландцемента и других вяжущих веществ [4]. КШ процесса Байера с добавкой небольших количеств СаО, заводского шлака и портландцемента может быть использован в строительстве дорог, фундаментов, производстве черепицы и кирпича [5].

Другие отрасли. Имеются предложения по использованию КШ как коагулянта промышленных сточных вод, пигментов и сорбентов широкого круга химических веществ [6].

В наших работах, с целью извлечения скандия, КШ подвергается карбонизации отходящими газами печей спекания боксита или кальцинации глинозема/извести [7, 8]. Эта технология позволяет уменьшить выбросы парниковых газов в атмосферу. Для кальцинации одного млн. т. глинозема (это примерная производительность одного глиноземного завода) в атмосферу выбрасывается около 0.5 млн. т. углекислого газа. Выбросы газов из печей спекания боксита с содой составляют 5 млн. т. с содержанием – 17 % CO_2 , а также оксидов серы (0.02 %), азота (0.004 %) и др.

Экспериментальная часть

Исходное техногенное сырье – отвальный гидрохимический КШ с последнего ряда промывки, характеризуется составом, мас. %: 10-12 Al_2O_3 , 10-15 SiO_2 , 40-45 Fe_2O_3 , 2.5-3.5 TiO_2 , 8.5-16.0 СаО, 4.5-9.6 Na_2O , 0.2 Nb_2O_5 , 0.2 ZrO_2 , 0.1 V_2O_5 , 0.1 R_2O_3 (в т.ч., г/т: 300 Y_2O_3 , 100 Sc_2O_3 , 1000 Ln_2O_3). КШ после фильтр-пресса имеет влажность 22-25 %. При влажности >15 % КШ смерзается, а пылит – <12-13 %. Насыпная масса после фильтр-пресса – 2.0 т/м³, удельный расход топлива на кг испаренной влаги в барабанной сушилке – 4200 КДж.

Обработка КШ 5 %-ным раствором Na_2CO_3 Ж : Т = 3–4 (путем барботажа отходящими газами печей спекания) осуществлялась в промышленном карбонизаторе, объемом 150 м³, имеющем конус, цепную мешалку и кольцевую разводку подачи газа в пульпу. Конструкция аппарата и подача газа турбогазодувкой обеспечивали создание в пульпе – 2.6 кг/час·м³ Na_2O бикарбонатной. Для первой порции пульпы требовалось около 10 ч проведения операции карбонизации для достижения 50 % перевода Na_2CO_3 в NaHCO_3 в пульпе. Последующие порции КШ в обогащенный скандием раствор вводили после фильтрации и промывки на пресс-фильтре. Это обеспечивало сокращение операции карбонизации объема пульпы до 5-6 часов, а также снижало потери скандия с отработанным шламом. Из КШ при карбонизации содовой пульпы в раствор извлекаются элементы, образующие комплексы с карбонат-ионом: скандий, титан, цирконий, уран, торий. При ступенчатом гидролизе и регулируемом рН раствора, получают концентраты, содержащие преимущественно гидроксиды этих металлов, а так же прошедшие через фильтр-прессы взвеси КШ. Из концентратов могут быть получены соответствующие чистые оксиды [9, 10].

В результате проведенных исследований с применением методов РФА, ДТА и ИК-спектроскопии установлено, что в реакции карбонизации участвуют

аморфизированные формы соединений скандия, растворяющиеся при автоклавном вскрытии боксита и свежееосажденные при разбавлении алюминатных растворов и снижении концентрации каустической щелочи. При этом происходят определенные изменения фазового и химического состава КШ и значительное снижение рН пульпы шламов, что благоприятно для окружающей среды.

Использование карбонизированного шлама в строительстве

После извлечения скандия и некоторых других редких элементов карбонизированный шлам за счет снижения щелочности обладает несколько отличающимися свойствами. Повышенная исходная ее концентрация в КШ приводит к запотеванию цементных и бетонных изделий, что ограничивает его применение в жилищном строительстве. Также благоприятным обстоятельством является удаление части радиоактивных элементов (~10–20 %) из КШ.

С целью выявления влияния модифицированного карбонизацией шлама на свойства цементных изделий были проведены исследования по сопоставлению количества добавок исходного и карбонизированного КШ на сроки схватывания, равномерность изменения объема и механическую прочность образцов. В качестве связующих веществ использовали цементы: марки ПЦБ-500 (Турецкого производителя) и ПЦБ-400 (Сухоложского завода Свердловской обл.). Кроме шлама (до и после карбонизации) в качестве наполнителей использовали строительный песок, а также алюминиевый порошок (марки ПА-4, Богословского алюминиевого завода). Компоненты в определенных соотношениях (табл. 1) тщательно перемешивали, затем в смесь добавляли воду до густообразной консистенции, и массу выкладывали в цилиндрические формы ($d = 5,5$ см, $h = 4$ см). Формы заполняли вручную и с использованием давления 5 и 10 МПа. Экспозицию изделий меняли от одних суток до одного года. Часть идентично приготовленных образцов извлекали для испытания на разрушение под давлением пресса.

Предварительно была оценена прочность цементов, приготовленных из двух разных марок (ПЦБ-500 и ПЦ-400) в соотношении 1:3 к песку на образцах, выдержанных в течение 14 дней при влажности ~98 %. Установлено отсутствие разницы в механической прочности трамбованных образцов, приготовленных под давлением 10, 5 МПа и без давления. Изделия разрушались при давлениях 3.3 ± 0.1 и 3.23 ± 0.1 МПа. Первый результат получен при изготовлении изделий под давлением, второй – без давления. Прочность цементов, приготовленных с использованием ПЦ-400, составляет 1.51 ± 0.1 и 1.50 ± 0.1 МПа соответственно. Следовательно, изделия с использованием цемента ПЦБ-500 оказались прочнее в два раза по сравнению с изделиями из цемента марки ПЦ-400.

Изменение механических свойств по прочности на сжатие при добавлении отвального КШ в различных соотношениях в смеси приведено в табл. 1. Содержание цемента в строительной смеси составляло 25 % по массе. Соотношение КШ к песку в исходных смесях изменяли от 0 : 3 до 3 : 0.

Установлено, что полная замена песка на шлам снижает относительную прочность изделий почти в два раза с 3.2 до 1.86 МПа. При соотношении песка

к КШ до 2 : 1 в исходной смеси временное сопротивление сжатию образцов практически не изменяется по сравнению с использованием только песка, при той же доле цемента (25 %). Замена исходного КШ на карбонизированный при этом же соотношении снижает прочность изделий на сжатие.

Таблица 1

Временное сопротивление сжатию (σ , МПа) изделий образцов разного состава, выдержка 14 суток, цемент ПЦБ-500

№ п/п	Соотношение компонентов песок : КШ : цемент	Исходный КШ σ , МПа	Карбонизированный КШ σ , МПа
1	3.0 : 0 : 1.0	3.20±0.1	3.20±0.1
2	2.35 : 0.65 : 1.0	3.15±0.1	3.10±0.1
3	2.0 : 1.0 : 1.0	3.19±0.1	3.12±0.1
4	1.5 : 1.5 : 1.0	2.60±0.2	2.40±0.2
5	0.34 : 2.66 : 1.0	2.12±0.2	2.00±0.2
6	0 : 3.0 : 1.0	1.86±0.2	0.62±0.2

Динамика изменения относительной прочности образцов в течение 12 месяцев показывает небольшое возрастание значений в пределах 8-12 % от величин, полученных после 14 суток твердения в тех же условиях. Замечено, что при полной замене песка на карбонизированный шлам изделие уменьшает массу на 7.65 %. Уменьшение веса строительных конструкций, сопровождаемое снижением коэффициента теплоотдачи, выгодно для цементно-бетонных изделий.

В цементные смеси использовали также добавки алюминиевого порошка ПА-4 в объеме 1-2 % от общей массы. Алюминиевые частицы взаимодействуют с гидроксидами извести, а водород создает их пористость. При введении 1% алюминиевого порошка относительная прочность на сжатие снижалась до 0.19 МПа для состава песок : шлам : цемент равному 2 : 1 : 1. Плотность изделий при этом уменьшалась на 35-40 %.

Выводы

Методами РФА, ДТА, ИК-спектроскопии и химического анализа изучены свойства шламов: гидроксидической ветви и подвергнутого карбонизации в промышленном аппарате в присутствии содового раствора. Установлено значительное поглощение CO_2 шламом, достигающее нескольких граммов на 100 г шлама. Поглотителями углекислого газа в шламе являются преимущественно цеолиты – алюмосиликаты, алюмогидрокальциевая и карбонатноалюминиевая фазы. В содовые растворы частично переходят карбонатные комплексы скандия, титана, циркония, урана, тория и др. Показана возможность использования двух видов шлама в строительстве при замене части песка при цементных и бетонных работах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума УрО РАН и Минобрнауки РФ (ГК № 12.527.11.011).

Список литературы

1. Утков В.А., Ватолин Н.А., Кашин В.В. и др. // *Сталь*. 1974. - № 5. - С. 397-400.
2. Злоказов Б.Г., Шморгуненко Н.С., Утков В.А. // *Цветные металлы*. 1982. - № 3. - С. 39-40.
3. Ватолин Н.А. // *Химия в интересах устойчивого развития*. 1993. - № 1. - С. 337-341.
4. Шморгуненко Н.С., Корнеев В.И. *Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства*. М.: *Металлургия*. (Проблемы цветной металлургии), 1982. – 128 с.
5. Mymrin V., Ponte H.A., Lopes O.F., Vaamonde A.V. // *Royal Soc. of Chem. Green Chem*. 2003. V. 5. P. 357-360.
6. Орлов С.Н., Бурков К.А., Скрипкин М.Ю. // *ЖПХ*. 2011. - Т. 84. - № 12. - С. 1946-1949.
7. Yatsenko S.P., Pyagai J.N. // *Theor. Foundat. of Chem. Eng*. 2010. - V. 44. - № 4. - P. 563-568.
8. Пягай И.Н., Яценко С.П., Скачков В.М. // *Цветные металлы*. 2011. - № 12. - С.75-79.
9. Пат. 2247788 RU, C1 C22B59/00 Способ получения оксида скандия из красного шлама.
10. Пат. 2395529 RU, C1 C08F212/08. Способ получения твердых экстрагентов для извлечения редких металлов из кислых растворов.

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ СО

И.А. Никифоров, А.Н. Марков, В.А. Марьина
Саратовский государственный университет,
г. Саратов

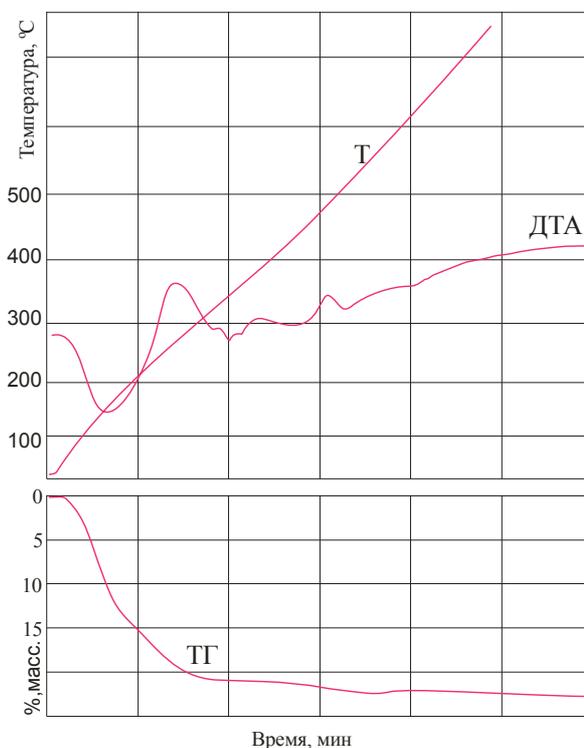
Шламы гальванических производств являются серьезными загрязнителями окружающей природной среды, так как содержат ионы тяжелых металлов.

В то же время гальваношламы по своему составу схожи с катализаторами, и поэтому в рамках данной работы нами были проведены исследования каталитической активности гальваношламов, полученных в процессе очистки сточных вод гальванического участка.

В качестве объектов исследования использованы следующие образцы: гидроксид железа (III), полученный из сульфата железа (III) и бихромата калия (VI) путем осаждения 10 % раствором гидроксида натрия; гальваношлам, полученный в процессе очистки хромсодержащих стоков; гальваношлам, полученный в процессе очистки хромсодержащих стоков, осажденный с полиакриламидом.

Под воздействием флокулянта коллоидные частицы гидроксида железа образуют агломераты с молекулами полимера, что приводит к образованию крупных быстро осаждающихся хлопьев. Полученные осадки выдерживали в маточном растворе 30 минут, промывали дистиллированной водой и сушили при 95 °С.

Для выяснения процессов, происходящих в осажденных образцах при термической обработке, был проведен дериватографический анализ.



Дериватограмма гальваношлама, полученного в процессе очистки хромсодержащих стоков при осаждении с полиакриламидом

Как видно из рисунка, при прокаливании до температуры примерно 480 °С из образца удаляется физически и химически связанная вода, и при 500 °С наблюдается фазовый переход в термодинамически устойчивую форму $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Значительный экзоэффект при 220 - 300 °С свидетельствует о выгорании полиакриламида. Таким образом, установлен температурный диапазон активации (300 °С) и термической стабильности катализатора (до 500 °С).

Для оценки каталитической активности в реакциях окисления СО был использован катализатор, полученный в процессе очистки гальваностоков по ферроксидной технологии и активированный при 300 °С.

Окисление СО проводилось при 100, 150 и 200 °С на проточной установке в условиях недостатка, избытка кислорода и стехиометрическом соотношении компонентов. Установлено, что катализатор эффективно окисляет монооксид углерода при всех исследованных температурах и соотношениях компонентов. Исчерпывающее превращение СО достигаются при $t=200$ °С и стехиометрическом соотношении реагентов.

Таким образом, была обнаружена каталитическая активность гальваношлама при каталитическом окислении газовых смесей, содержащих CO. В настоящее время отрабатываются режимы осаждения и грануляции гальваношлама, приводящие к получению катализатора с высокими эксплуатационными характеристиками.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБРАЗОВАНИЕ БИОГАЗА ДЛЯ ПОЛИГОНА ТБО ГОРОДА ИЖЕВСКА

М.Г. Кургузкин, С.Ю. Попов, И.М. Янников
Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова,
г. Ижевск

На основании разработанной модели расчета объема образования биогаза на полигонах ТБО, рассчитан объем биогаза, образующегося за 50 лет с начала эксплуатации Нылгинского полигона ТБО города Ижевска.

В расчете необходимо учитывать целый ряд факторов, кроме того, должна, проводится пробная дегазация для получения более точных результатов. Для полигона ТБО города Ижевска это в настоящее время пока невозможно, поэтому при расчете получается широкий спектр результатов.

Для составления прогноза образования биогаза просчитывались сразу несколько вариантов, чтобы как можно точнее определить действительную область значений. Область используемых вариантов позднее может быть сужена за счет известных предельных условий и пробных измерений на полигоне. В основу расчета объема образования газа были положены три варианта, при которых расчет велся для срока действия полигона 20 лет.

Вариант 1

Рассматриваются неблагоприятные предельные условия.

Переменные величины выбраны для рабочих условий при тонкослойной укладке с медленным нарастанием, а также со средними значениями общего содержания углерода от 150 кг на тонну отходов. При такой неблагоприятной форме укладки ежедневный слой размещаемых на большой площади отходов составляет 30–50 см. Рециркуляция фильтрата не осуществляется.

Вариант 2

Рассматриваются предложенные рабочие условия, а именно: укладка тонкими слоями по 30 см со значением нарастания 2 м в день и рециркуляцией фильтрата. В качестве общего содержания углерода была выбрана величина 200 кг на тонну отходов. Для Германии это слишком большая величина, но исходя из анализа отходов города Ижевска, для Нылгинского полигона ТБО она вполне реалистична.

Вариант 3

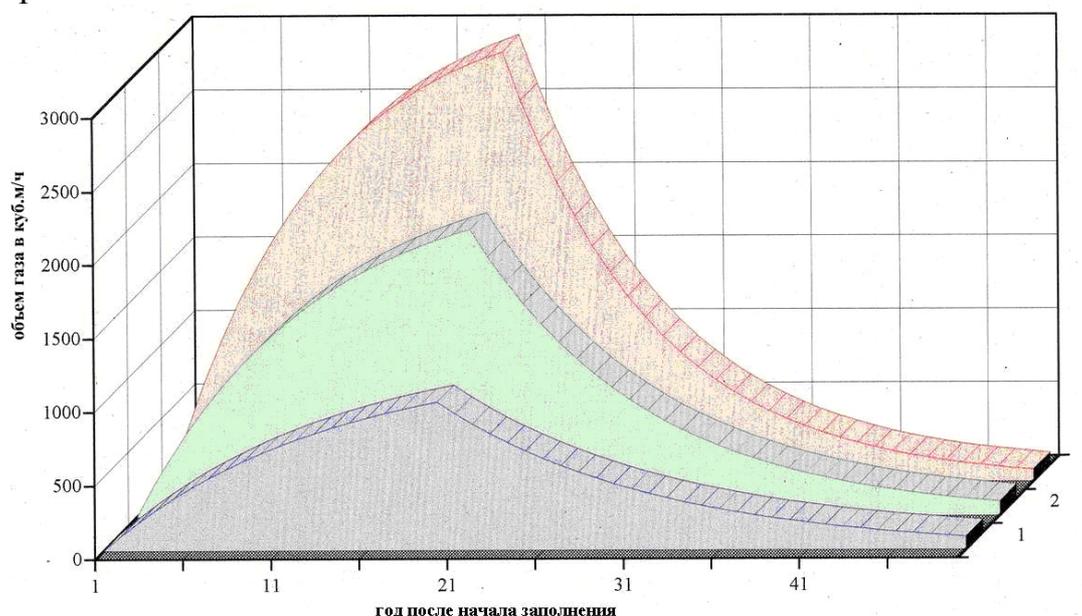
Рассматривается форма эксплуатации варианта 2, но при оптимальных условиях. Данный вариант возможен только при освоении необходимых

трудовых навыков и опыта. Результаты получаются очень высокими, так как и значение общего содержания углерода взято равным 250 кг на тонну отходов. Для Германии это очень высокое значение, как и для Ижевска, но на основании анализа отходов Ижевска для расчета может использоваться еще более высокое значение – свыше 300 кг/т.

Исходные показатели, использованные при расчетах

Переменные величины			Прогноз образования биогаза		
Значение	Сокращение	Единица измерения	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Объем отходов	M	т/год	120 000	120 000	120 000
Содержание углерода	ТС	кг [С]/тонна отходов	150	200	250
Коэффициент времени	k	1/год	0,08	0,1	0,12
Показатель отведения	f_s	%	30/50	30/50	30/50
Начальный момент времени	f_{ao}	–	0,8	0,8	0,85
Фактор распада	f_a	–	0,6	0,7	0,75
Фактор оптимизации	f_o	–	0,7	0,8	0,8

На рисунке представлено протекание процесса образования биогаза для всех трех вариантов.



Протекание процесса образования биогаза по трем вариантам

Расчеты показывают, что в течение 50 лет на полигоне образуется от 200 до примерно 500 млн. м³ биогаза с долей метана 45 %. Это представляет собой значительную опасность для работы полигона и окружающей среды.

Таким образом, на полигоне должна быть внедрена система отведения газов на основе углубленных вертикальных газоотводящих колодцев.

Список литературы

1. Becker, C. *Technische Empfehlungen zur Deponierung von Abfaellen in Udmurtien: Diplomarbeit / C. Becker. – Suderburg: Fachhochschule Nordostniedersachsen (FH NON), 2001.*
2. Cord-Landwehr, K. *Einführung in die Abfallwirtschaft / K. Cord-Landwehr, – Stuttgart-Leipzig-Wiesbaden: Teubner - 2002.*
3. Вершинина О.С. *Оптимизация и планирование работ полигона ТБО г. Ижевска УР по Нылгинскому тракту: дипломная работа / О.С. Вершинина. – Ижевск: Ижев. гос. тех. ун-т, 2005.*

ПРЕВРАЩЕНИЕ СТАРЫХ ОСАДКОВ ИЛОВЫХ КАРТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В БЕЗОПАСНЫЕ СУБСТРАТЫ

И.Я Полякова^{*}, А.Я. Фридман^{*}, А.Ю. Цивадзе^{*}, И.И. Бардышев^{*},
Р.А. Баринов^{**}, М.Г. Бабаян^{**}, С.А. Макаров^{**}, О.И. Чубатова^{**},
В.В. Минибаев^{***}, Н.М. Смирнова^{***}

^{*} Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва

^{**} ООО «РусЭкоТех», г. Москва,

^{***} МУП «ВОДОКАНАЛ», г. Казань

Проблема утилизации старых осадков (СО) городских очистных сооружений, накапливающихся в иловых картах в течение 10-ти и более лет, без вывоза с территории сооружений весьма актуальна. В настоящее время в целом по России имеется более 1 млн. тон (в пересчете на сухое вещество) таких осадков. Они занимающих значительную часть территории сооружений и негативно влияющих на окружающую среду. Перспективным путем утилизации СО в картах – это его превращение в безопасные субстраты (БС) с заданными свойствами. Однако до настоящего времени не описаны реагенты для обеззараживания, обезвреживания и превращения ОС в БС с заданными свойствами, а так же технология получения таких БС в картах и применения. В этой связи нами были исследованы состав СО, морфологическая структура частиц (методами оптической и электронной микроскопии, форма пустот (методом угловой корреляции излучения аннигиляции позитронов), удельная поверхности и объем сорбирующих пор (методами БЭТ и изотерм адсорбции паров бензола), скорость диффузии молекул воды в объем (методом позитронной спектроскопии), структурно химические характеристики (методами ИК – Фурье и Раман – Фурье спектроскопии), буферную способности и щелочную емкость (методами рН метрии), способность ионов тяжелых металлов (кроме железа) к комплексообразованию и содержание соединений металлов, способных к реакциям замещения лигандов (методами

конкурентного комплексообразования и конкурентной комплексонометрии). На основе полученных данных обоснованы оптимальные направления утилизации СО, обоснованы реакции, обеспечивающие обеззараживание, обезвреживание ОС и формирование БС с заданными свойствами, а так же выявлены направления возможного использования БС.

Исследования проводили на примере СО из иловых карт очистных сооружений г. Казани. Карты не дренируемые, сформированы в каскады по четыре емкости. Основной интерес представляли карты начала каскада, в которых сосредоточено более 35 % осадка каскада. Масса ОС в толще 5 – 5,5 м распределена в виде трех слоев: нижний слой (менее 1 м) – вязкая черная масса, средний (1- 1,5 м) – водная суспензия взвешенных частиц, верхний (2- 2,5 м) – корка, на которой по краям росла трава. Запах нижнего и среднего слоя – фекальный, а корки – смесь фекального и синтетических душистых и ароматических веществ. При увлажнении запах усиливается. В корке сосредоточено более 80 % массы. В этой связи основные исследования проводили на усредненных пробах. Из них готовили образцы, последовательно обработанные спиртом, ацетоном, тетрагидрофураном, хлороформом для определения количества веществ, экстрагируемых в растворители. После этого пробы кипятили в азотной кислоте и упаривали до сухих солей.

Было установлено, что в обезвоженном СО доля минеральных веществ 65 – 70 %, в основном из нерастворимых алюмосиликатов, кальций алюмосиликатов и кальций – железо алюмосиликатов. Из органических веществ 65 – 70 % составляют углеводы (остатки целлюлозы, лигнина, 15 – 20 % - белки (остатки кератина, фибрина, миозина) липиды, липоротейны, фосфолипиды, 3 - 5 % - органические кислоты, оксикислоты в виде не полностью замещенных солей, остатки мыл, СПАВ, а так же в некотором количестве серосодержащие соединения (меркаптиды, производные тиофена и др.), сложные эфиры и амиды жирных кислот. Ионы тяжелых металлов связаны с анионами жирных кислот и оксикислот. Органические соединения и соединения металлов практически не экстрагируются в воду, в спирт и в ацетон. В дихлорэтан экстрагируется некоторая часть липидов. Щелочная емкость осадка 20 - 24 ммоль/кг. Она складывается из количества OH^- ионов, нейтрализующих кислоты, и из количества OH^- ионов, связывающихся ионами металлов способных к перекомплексованию с образованием гидроокисей. Количество ионов тяжелых металлов, способных к перекомплексованию – 7 – 9 ммоль/кг.

СО состоит из сферических частиц размером 0,3-5 мкм. Встречаются включения иных частиц – механических примесей. Поверхность частиц имеет пористую структуру: $S_{\text{БЭГ}} = 2,5-4 \text{ м}^2/\text{г}$, объем адсорбционного пространства 7 – 8 $\text{см}^3/\text{г}$. В порах находятся органические вещества. В зоне, прилегающей к поверхности частиц, имеются включения, наполненные жидкостью (вероятно клетки микроорганизмов), а так же пустоты, вероятно, наполненные газом. Скорость диффузии молекул воды 1,2 ммоль/г час. Профиль фронта размывается. Проницаемость вглубь частиц затруднена. Удельная поверхность и адсорбционный объем частиц осадка существенно меньше, чем у

алюмосиликатов, кальций алюмосиликатов и кальций – железо алюмосиликатов. Органические вещества находятся в абсорбированном состоянии. Они закупоривают поры, при этом молекулы жиров и эфиров препятствуют диффузии других молекул.

В крупных порах частиц и около них имеется подвижная микрофлора, преимущественно патогенная (детальный состав не устанавливали), использующая адсорбированные органические вещества как пищу. Под их действием происходит гниение и брожение. Под их действием так же происходит деструкция поверхности частиц.

Полученные результаты указывают на то, что СО по своему составу и строению, в случае обеззараживания и обезвреживания, наиболее близок к мелкодисперсным глинкам с добавками связывающих органических веществ, перспективные как гидроизоляционные материалы.

Выбор пути обеззараживания СО и прекращения гниения был проведен исходя из следующего. В СО имеются соединения тяжелых металлов, способных к перекомплесованию, которые можно превратить в бактерицидные в бактерицидные гидроксоаминокислотные комплексы по реакции $\text{MX}_2 + \text{NaL} + \text{NaOH} = \text{MLOH} + 2\text{NaX}$, где М- Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , L⁻ – анион аминокислоты, X – анион из осадка. Они имеют реакционную способность к белкам: $\text{MLOH} + \text{HA} = \text{MLA} + \text{H}_2\text{O}$, где HA – аминокарбоксильные группы белков, в том числе бактериофагам, оболочек клеток, бактериальных протеаз. Как правило, подавление патогенной микрофлоры и яиц гельминтов и прекращение гниения происходит при содержании комплексов 1,2 – 3 ммоль/кг. В таком случае образование 7 – 9 ммоль/кг гидроксоаминокислотных комплексов обеспечить полное обеззараживание и не и не допустит гниения. Комплексы MLA нетоксичны, биологически совместимы. При этом комплексы меди, цинка, кобальта и никеля благоприятны для направленного анаэробного или аэробного разложения остатков нестойких органических веществ. Последние представляет интерес для получения БС как гидроизоляционных материалов. Исходя из этого, нами было проведен подбор компонентов реагентов для превращения ОС с БС и расчет рецептуры. Базовыми компонентами являются натриевые соли аминокислот и гидроокись натрия. Принимается, что после действия реагента на ОС в нем должно быть $C_A \geq C_M$, где C_A мольного содержания соли аминокислот, C_M – мольное содержание ионов металлов, способных к перекомплесованию. Количество молей щелочи рассчитывается по формуле $C_{\text{NaOH}} = C_A - (C_{\text{щел эмкость}} - 2C_M)$. Соли аминокислот сочетают с низкомолекулярными, растворимыми полисахаридами и глицерином. Данные компоненты создают условия для действия бактерицидов и инициирования анаэробного разложения и трансформации органических веществ. Количество указанных подбирается опытным путем.

Для обработки СО на картах был получен реагент, включающий натриевые соли аминокислот – 148 – 152 г/кг гидроокись натрия – 60 – 65 г/кг, натриевые соли пептидов – 60 – 65 г/кг, полисахариды - 290 - 340 г/ кг, глицерина -5 - 8 г/ кг, вода – до кг.

Реагент разбавляли водой в 4 раза и наносили на поверхность образца осадка. Обработку проводили до достижения рН водной вытяжки корки и рН водного слоя 7,8 – 8,2.

Установлено, что средняя скорость диффузии в корку - 6 ммоль/мин*см. При пропитке исчезает фекальный запах. По мере пропитки происходит проседание корки, появление трещин, выход воды на поверхность и, наконец, оседание массы с появлением зеркала прозрачной воды. Из воды выделяются пузырьки газа, характерного для анаэробных процессов. Процесс считали законченным после прекращения выделения газа. Объем осевшей массы под толщей воды – не более 40 %. Содержание воды – около 80 %. Вода над массой прозрачная, не содержит патогенную микрофлору и может быть отведена в голову сооружений.

Исследование продукта показали, что продукт представляет собой БС. В нем отсутствуют патогенная микрофлора и яйца гельминтов. По токсическому действию продукт 4 класса опасности. В полученном БС доля минеральных веществ около 85 %. Из органических веществ 80 % составляют углеводы. Среди остальных белки, липиды, липоротейны, фосфолипиды, остатки мыл, СПАВ, сложные эфиры. БС состоит из сферических частиц размером 0,2 – 3,5 мкм, более мелких, чем БС. Удельная поверхность: $S_{\text{БЭТ}} = 36-42 \text{ м}^2/\text{г}$. На воздухе содержание воды уменьшается до 35 – 40 %. При этом происходит склеивание частиц в монолит. БС подобен глинам с добавками органических связующих, применяемых для получения глиняных гидроизоляционных затворов и отвечают требованиям для использования для пересыпки и рекультивации полигонов ТБО, для обваловки котлованов и аналогичных целей.

Список литературы

1. А.Я. Фридман, Е.В. Шемякина, В.К. Курочкин, Г.Ф. Терещенко, И.Я. Полякова, В.С. Поляков, М.М. Семин, В.С. Кеов, В.А. Климов. *Органоминеральные композиции на основе осадка сточных вод канализационно – очистных сооружений*. М. 2000. Некоммерческое. партнерство «Химико – технологический научн. центр», - 136 с.

РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ КЕКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В БЕЗОПАСНЫЕ БИОМАССЫ

Е.М. Морозова^{*}, А.М. Фридман^{*}, А.Ю. Цивадзе^{*}, И.Я. Полякова^{*},
Р.А. Баринов^{**}, М.Г. Бабаян^{**}, С.А. Макаров^{**}, О.И. Чубатова^{**},
М.М. Семин^{***}, В.А. Климов^{***}

^{*} Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской
академии наук, г. Москва

^{**} ООО «РусЭкоТех», г. Москва,

^{***} Подольский ВОДОКАНАЛ, г. Подольск

Кек современных очистных сооружений относится к токсичным биологически опасным отходам, использование, которого не допускается без специального обеззараживания и обезвреживания. Кек – это механически обезвоженный осадок с помощью полимерных флокулянтов. Он представляет собой вязкую гидрофобную массу. Она состоит из мелких обводненных частиц, которые состоящих на 65 – 85 % из органических компонентов. Такие частицы слипаются в агломераты с помощью полимерных молекул с полярными группами, вытесняя молекулы воды из гидратных оболочек, из которых состоят мелкие частицы, состоят на 65 – 85 % из органических компонентов. В таких агломератах сорбированы СПАВ, синтетические душистые вещества, жиры и растительные масла, а так же органические кислоты и оксикислоты - продуктов брожения молока, фруктов и овощей с стоках. Патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов распределяются по всему объему агломератов, в которых аккумулируются токсичные продукты их жизнедеятельности. Кек хранится на специальных площадках в течение 5 и более лет с периодическим бактериологическим контролем до тех пор, пока не превратится в биомассу (БМ), пригодную к использованию. В этой связи разработка технологии ускоренного превращения кека в БМ, пригодную для применения, является актуальной проблемой. Ее решение возможно с помощью реагента со следующими свойствами. Он должен иметь способность связывать макромолекулы флокулянта в такие макромолекулярные комплексы, чтобы вскрыть агломераты и превратить их в гидрофильные частицы. При внедрении в агломерат он должен провести подавление патогенной микрофлоры и яиц гельминтов, прекратить процесс гниения, связать ионы тяжелых металлов в нетоксичные комплексы. Кроме этого, новый обеззараженный и обезвреженный агломерат, в котором флокулянт связан с молекулами реагента, должен стать благоприятной средой для развития аэробных процессов с биодegradацией флокулянта, СПАВ, душистых веществ. В этом аспекте перспективны гидрофильные макромолекулы с заместителями с цепях, которые могут связывать углеводы, белки и жиры в молекулярные комплексы, чем комплексы с макромолекулами флокулянта. В этом аспекте перспективны С - замещенные макромолекулы полисахаридов крахмала с транслируемым звеном

Список литературы

1. А.Я. Фридман, Е.В. Шемякина, В.К. Курочкин, Г.Ф. Терещенко, И.Я. Полякова, В.С. Поляков, М.М. Семин, В.С. Кепов, В.А. Климов. *Органоминеральные композиции на основе осадка сточных вод канализационно – очистных сооружений. М. 2000. Некоммерческое партнерство «Химико–технологический научн. центр», - 136 с.*

ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА БИОМАСС ИЗ ОСАДКОВ И КЕКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕПЛА, ПЛОДОРодНОГО ГРУНТА И ТОПЛИВА «БИОДИЗЕЛЬ»

А.Ю. Цивадзе*, А.Я.Фридман*, Е.М. Морозова*, Н.П. Соколова*,
И.Я. Полякова*, В.Н. Титова*, А.А. Явич*,
Р.А. Баринов**, М.Г. Бабаян**, С.А. Макаров**, О.И. Чубатова**

* Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва

** ООО «РусЭкоТех», г. Москва

Производство топлива «биодизель» является приоритетным направлением в энергетике развитых стран. По различным прогнозам это топливо должно сократить потребление топлива из нефти и газа от 35 до 59 %. Сырьем для получения топлива «биодизель» являются технические растительные масла, которые, как правило, не используются в пище. Для стран с климатом приближенным к России – это рапсовое и горчичное масла. Масличные культуры выращивают круглый год в теплицах. Используются теплицы с искусственным плодородным грунтом, обогащенным фосфатами и аммонийным азотом с различными добавками, стимулирующими рост растений. Теплицы в теплицах поддерживается температура 30 – 35⁰. Они освещаются круглые сутки естественно в светлое время суток и искусственно в темное время. В теплицы постоянно подается теплый углекислый газ, который постоянно поглощается растениями и используется для их обогрева. Газ получается путем сжигания древесного угля или дров. Тепло от сжигания используется для отопления теплиц. Для получения углекислого газа требуемого качества дымовые газы проходят соответствующую очистку. При таких условиях производство рапса или горчицы обеспечивает потребности в топливе. В этом аспекте актуальным является поиск путей получения тепла и качественного углекислого газа без использования топок, а так же получение искусственного плодородного грунта с составом, близким к оптимальному. Для указанных целей значительный интерес представляют биомассы (БМ), получаемые из сырого осадка и кека городских очистных сооружений и содержащие более 65 % органических компонентов (на сухое вещество) перспективны для глубокой переработки с производством тепла, углекислого газа и плодородного грунта, в частности, обеззараженные и обезвреженные БМ с рН 7,5 – 8, получаемые из сырого осадка и из кека с помощью разработанных

в ИФХЭ РАН флоулянта БДС и флокулянта БДК. Для этих БМ нами был разработан процесс их термофильной трансформации БМ с помощью тканевых ионопроводящих кислород выделяющих анодов. Кислород потребляется термофильными микроорганизмами. В результате из деятельности выделяется тепло и теплый углекислый газ. Остатком после трансформации является плодородный грунт. Тепло отводится через системы водяного охлаждения БМ, а углекислый газ – в теплицы, в которых на плодородном грунте выращиваются масличные культуры. После их созревания из семян выделяются масла. Их перерабатывают в топливо «биодизель» по известным технологиям. Оставшуюся зеленую массу смешивают с БМ повышения доли органических веществ.

Процесс проводится в закрытом биореакторе. Он состоит из лотка с крышкой, через который пропущены металлические трубы с циркулирующей водой, например локальной отопительной системой. На дно лотка укладывается полотно тканевого адсорбционного активного ионопроводящего электрода, разработанного в ИФХЭ РАН. Он представляет собой целлюлозную ткань, типа марли. Ее волокна капсулированы микронным покрытием из наполненного углем ПВХ, пришитого к целлюлозе. Поверхность покрытия химически модифицирована в наноразмерный пористый слой этаноциклямов, наполненный гидратами гидроксида натрия. Концы ткани выведены из лотка. На полотно загружается слой БМ, на поверхность которого полотно, концы которого выведены из лотка. Указанным способом формируется загрузка лотка. Участки полотен с одной стороны лотка складываются в петлю. Конец присоединяется к источнику тока со знаком «плюс». Петля помещается в емкость с раствором щелочи. Участки полотен с другой стороны лотка складываются в жгут, который помещается в емкость с раствором щелочи. В тот же раствор помещают металлический электрод, который присоединяется к источнику тока со знаком «минус». Перед началом процесса БМ расконсервируют путем обработки раствором натриевых солей аминокислот и активируют путем введения водной суспензии термофильной микрофлоры в питательной среде. При включении тока с поверхности полотен в БМ выделяется кислород. Скорость выделения определяется задаваемой величине тока. Выделяющийся кислород поглощается микроорганизмами, которые при использовании органических веществ выделяют тепло и углекислый газ. В лотке поддерживается постоянная температура не выше $70 - 75^{\circ}$ путем отвода тепла в теплотель. Одновременно с электронами по поверхности полотна движутся OH^- ионы. Они нейтрализуют кислоты, образующиеся в процессе трансформации некоторых соединений, что обеспечивает поддержание постоянного рН. Кроме этого на поверхности ткани адсорбируются токсичные соединения серы, которые окисляются, не загрязняя углекислый газ. Получаемый таким способом углекислый газ отвечает требованиям для использования в теплицах.

Установлено, что время трансформации не зависит от количества БМ. Скорость процесса и количество выделяемого тепла зависят от скорости выделения кислорода, от рН и от влажности БМ. В настоящее время проводятся

работы по установлению оптимальных параметров. По предварительным данным процесс длится от 3 до 5 недель, то есть в 3 – 4 раза быстрее, чем традиционное компостирование.

В результате трансформации объем БМ уменьшается на 65 – 70 %. В грунте содержание минеральных компонентов около 70 %. В углекислый газ перерабатывается 65 – 70 % органических веществ. Остальные превращаются в гумус. В флоулянте БДС и флокулянте БДК имеются фосфат ионы, аминкислотные и пептидные фрагменты. Поэтому грунт обогащен фосфатами и аммонийным азотом и стимулирующими рост растений.

Список литературы

1. *Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы. под ред. академика А. Ю. Цивадзе, М. Наука 2007/ А. Ю. Цивадзе, А.Я. Фридман. Тканевые сорбенты с ионной и электрон-ионной проводимостью.*

НОВЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В БЕЗОПАСНЫЕ ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ БИОМАССЫ

А.Я.Фридман^{*}, А.Ю. Цивадзе^{*}, И.И. Бардышев^{*}, И.Я. Полякова^{*},
Р.А. Баринов^{**}, М.Г. Бабаян^{**}, С.А. Макаров^{**}, О.И. Чубатова^{**},
М.М. Семин^{***}, В.А. Климов^{***}

^{*} Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва
^{**} ООО РусЭкоТех, г. Москва,
^{***} Подольский Водокал г. Подольск

Посвящается д.х.н. Елене Васильевне Шемякиной *и*
д.б.н. Фику Ибраевичу Хакимову

Осадки городских очистных сооружений (ООС) – это физикохимические системы типа суспензий, образуемые под действием образом патогенных и промежуточных микроорганизмов из обводненных смесей отходов белков, углеводов, жиров, СПАВ, мыл, производных аморфных алюмосиликатов, солей тяжелых металлов и других веществ. Частицы осадка начинается формироваться в канализационных системах и завершается в первичных отстойниках и илоуплотнителях. В них сосредоточено более 90 % патогенов и практически все яйца гельминтов. Учитывая перспективность ООС для получения органоминеральных удобрений и плодородного грунта в 80 годах прошлого века были проведены разработки реагентов для их обеззараживания и обезвреживания ООС с превращением в полезные продукты. На указанный период в ООС имелось 40 - 60 % минеральных компонентов (на сухое вещество). На их развитой поверхности адсорбировались белки и углеводы, с которыми ассоциировали жиры и жирные кислоты. Там же адсорбировались

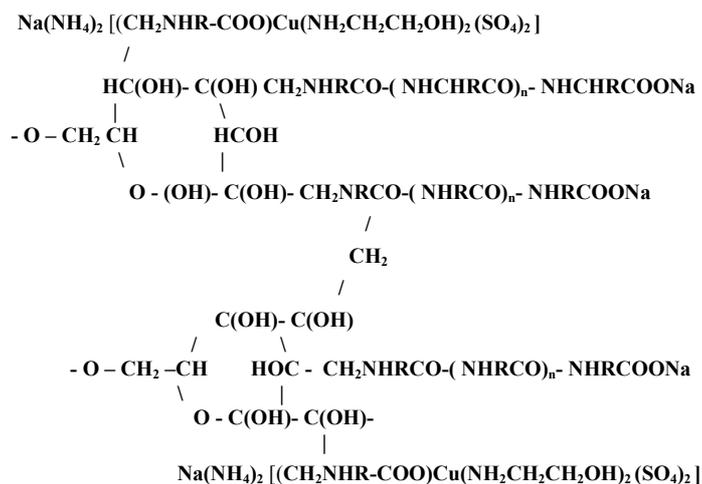
ионы тяжелых металлов. Размер частиц находился в пределах 0,5 – 6 мкм; средняя плотность обводненных частиц – в пределах 1,15 – 1,25 г/см³. Патогенные микроорганизмы концентрировались в зоне поверхности частиц, используя органические адсорбаты как питание. Количество молекул СПАВ было недостаточно, чтобы затормозить или исключить контакт бактерицидных реагентов и детоксикантов и с микроорганизмами и ионами металлов. Для превращения ООС в нетоксичные биомассы (БМ) или органоминеральные композиции (ОМК) путем подавления патогенной микрофлоры и яиц гельминтов, иннактивации бактериальных протеаз и токсинов, образующихся при гниении, связывания ионов тяжелых металлов в нетоксичные природосовместимые комплексы под руководством д.х.н. Е.В. Шемякиной были разработаны композиции аммиачноаминокислотных комплексов меди состава $\text{CuL}'(\text{NH}_3)\text{X}$, где L'^- – анион аминокислоты, X – Cl^- , $1/2\text{SO}_4^{2-}$ и натриевые соли низкомолекулярных пептидов NaL'' в аммиачных буферах, в частности состав ММТ, композиция ММТ-БД, и организовано их производство. Комплексы меди взаимодействуют с аминокарбоксильными группами (НУ) белков оболочек клеток патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов, вирусов $\text{CuL}(\text{NH}_3)\text{X} + \text{HNU} \rightarrow \text{CuLU} + \text{NH}_4\text{X}$, а соли пептидов связывают ионы металлов в нетоксичные малорастворимые соединения, в частности: $\text{M}^{2+} + 2 \text{L}''^- \rightarrow \text{ML}''_2$. Обеззараженные и обезвреженные органоминеральные композиции, в частности композиция Гея – М, отжимались на иловых картах. Для получения из ОКМ компостов и плодородных грунтов под руководством д.б.н. Ф.И. Хакимова были установлены условия, при которых в ОКМ развивается биоценоз с трансформацией органических веществ в гумус, причем комплексы ML''_2 благоприятно влияют на репродуктивную функцию гидрофлоры. Были разработаны методы получения компостов, например Компост ЭОС, компост Ока – 3, и плодородных грунтов, в частности грунт ФХИ – 1. До 2006 – 2009 гг. на ряде очистных сооружений (г. Подольск, г. Серпухов, г. Дмитров, г. Орехово-Зуево и др.) ООС перерабатывался ОКМ, компосты и грунты, которые использовались в городском хозяйстве.

В последние годы указанные реагенты стали менее эффективными и для выявления причин нами были проведены новые исследования состава, строения и физико-химических свойств современных ООС очистных сооружений ряда городов России (Подольск, Москва, Казань, Таганрог, Новороссийск, Нижний Новгород и др.), некоторых стран ЕС, Израиля, ОАЭ и др. с целью разработки новых реагентов для превращения ООС в ТБМ, адаптируемые к существующим технологиям переработки ООС на очистных сооружениях. Было установлено следующее.

Доля минеральных компонентов снизилась до 10 - 30 %, увеличилось содержание СПАВ и синтетических душистых веществ и растительных масел. Существенно увеличилось содержание органических кислот и оксикислот - продуктов брожения молока, фруктов и овощей с стоках. Данные кислоты способны разрушить $\text{CuL}'(\text{NH}_3)\text{X}$, причем продукты взаимодействия не являются бактерицидами. Кроме этого в технологии очистных сооружений

преобладает механическое обезвоживание с использованием гидрофобных флокулянтов. В указанных условиях существенно снижается роль минеральных компонентов в формировании структуры и в свойств осадка. Агломерация твердых обводненных остатков стоков происходит не столько вокруг аморфных алюмосиликатов, а преимущественно вокруг частиц органического происхождения, которые являются в большей степени абсорбентами, чем адсорбентами. В основном центрами формирования частиц осадка становятся остатки углеводных материалов - остатки бумаги, тканей, древесины, а так же полимерные молекулы - флокулянты. Средний размер частиц в пределах 0,6 – 2,5 мкм, средняя плотность – в пределах 0,98 – 1,03 г/см³. Они не имеют развитую поверхность, и образование частиц осадка происходит по типу межмолекулярной агломерации. Число патогенных микроорганизмов увеличилось на 3 - порядка. Они не локализуются в зоне поверхности частиц, а распределяются по всему объему частицы. Такие центры сами являются питательной средой и способны до определенного времени аккумулировать токсичные продукты их жизнедеятельности. Головы молекулы СПАВ и мыл, а так же молекулы душистых веществ и флокулянтов более прочно связываются в межмолекулярные комплексы с ОН- группами углеводов, чем с группами минеральных сорбентов. При этом количества таких молекул вполне достаточно, чтобы сформировать вокруг частиц оболочки, исключающие проникновение бактерицидных комплексов и пептидов вглубь частиц. Указанные изменения состава, строения и свойств ООС обусловлены изменениями структуры и культуры потребления населения, связанных с повсеместным использованием современных чистящих и моющих средств бытовой химии и личной гигиены продуктов питания, увеличения количества стоков от пищевых предприятий и предприятий питания и уменьшения стоков от промышленных предприятий.

Исходя из приведенных данных, очевидно, что оптимальным путем превращения ООС в нетоксичные БМ, способных трансформации, - это формирование частиц ООС в условиях одновременного с подавления патогенной микрофлоры и яиц гельминтов, иннактивации бактериальных протеаз и токсинов, образующихся при гниении, а так же связывание ионов тяжелых металлов в нетоксичные природосовместимые комплексы. Это может быть достигнуто с помощью макромолекул, в структуре которых как заместители будут металлокомплексные группировки, аналогичные $CuL'(NH_3)X$, а так же радикалы, способные связывать СПАВ, жиры, масла, синтетические душистые вещества и полимерные молекулы в молекулярные комплексы типа «хозяин - гость». Такие макромолекулы должны становиться центрами формирования частиц, в которых патогенные организмы будут не жизнеспособны, а ионы тяжелых металлов связаны в нетоксичные структуры. Макромолекулы должны сочетаться с солями слабых кислот и сильных оснований, которые будут обеспечивать оптимальный рН для действия бактерицидных фрагментов и прекращения гниения. В этом аспекте представляют интерес сетчатые макромолекулы замещенных полисахариды крахмала с транслируемым звеном.



Было проведение сшивание линейных полисахаридов в сетки через аминокгруппы три- тетра – и пертапептидов, которые способны связывать молекулы жиров, масел, СПАВ и душистых веществ в молекулярные комплексы, включение в структуры сеток аминнокислотных групп, которые были связаны в комплексы - аналоги $\text{CuL}^/(\text{NH}_3)\text{X}$. Для обеспечения оптимального рН действия бакирицидных группировок был использован три натрий фосфат. На базе этого полимера в ИФХЭ РАН был разработан реагент – «Флоулянт БДС». При его введения в сырой осадок до включения в него традиционного флокулянта или вместе с ним уменьшается его вязкость и формируются рыхлые сферические частицы. Средний размер частиц в пределах 3,2 – 4,5 мкм, средняя плотность – в пределах 0,98 – 1,03 г/см³. Содержание воды 85 – 90 %. Одновременно происходит подавление патогенной микрофлоры, включающей бактериофаги вирусов, кишечную палочку, стрептококки, микрококки, диплококки, стафилококки, энтерококки, кишечную амёбу, трихомонаду, трихомонос, сальмонеллы, вибрион, споры *Bescreus*, *clostridium perfringos*, дрожжи, а так же яйца гельминтов (острица, аскарида). Полное обеззараживание достигается при обработке реагентом в количестве, содержащем от 1,5 до 2,2 ммоль металлокомплексных группировок на 1 кг осадка (в пересчете на сухое вещество) при рН 7,8 - 8,5. Стекшие клетки микроорганизмов и деструктурированы яйца гельминов остаются в структуре частиц. Их жизнедеятельность не возобновляется. БМ не имеют фекального запаха. Они нетоксичны. Средняя смертельная доза при энтеральном введении более 15 г/кг. В БМ отсутствует гниение и брожение. Полученные БМ обезвоживаются гравитационно (на песчаном или на тканевом фильтре) или путем центрифугирования, содержание воды в них уменьшается до 70 – 75 %. Обезвоженные БМ по виду и структуре аналогичны кеку, полученному с помощью традиционных флокулянтов, но при этом менее вязки и обводняемы. БМ химически и биологически стабильны. Для того чтобы в них развился биоценоз и начались процессы трансформации в заданном направлении необходимо разрушить имеющиеся бактерицидные группировки, выполняющие роль консервантов. Это возможно двумя путями. Один из них - это смешение БМ с почвой и плодородными грунтами в количестве

до 25 - 30 %. БМ проявляют свойства почвоулучшающих добавок и стимуляторов роста растений.

Список литературы

1. А.Я. Фридман, Е.В. Шемякина, В.К. Курочкин, Г.Ф. Терещенко, И.Я. Полякова, В.С. Поляков, М.М. Семин, В.С. Кепов, В.А. Климов. *Органоминеральные композиции на основе осадка сточных вод канализационно – очистных сооружений*. М. 2000. Некоммерческое. партнерство «Химико – технологический научн. центр», - 136 с.

2. А.С. Керженцев, С.М. Севостьянов, Д.В. Демин, Л.Н.Губанов, А.Я. Фридман, А.Ю. Цивадзе, Н.П. Соколова, А.М. Горбунов, **Ф.И. Хакимов**, **Е.В. Шемякина** *Компосты и плодородные грунты - продукты биологической утилизации осадков городских очистных сооружений как доступные экологически безопасные средства для зеленого строительства. Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, Москва, 23-28 сентября 2007, т.5, с.390.*

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

А.Н. Кутлиахметов¹, Н.Р. Низамутдинова², Г.Ф. Шайдулина², В.И. Сафарова²
 Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан¹
 Государственное бюджетное учреждение РБ Управление государственного
 аналитического контроля²,
 г. Уфа

Золотодобыча на территории Республики Башкортостан (РБ) имеет богатую историю и в настоящее время является одним из приоритетных направлений развития горнорудной отрасли [1]. С начала 19 века разрабатывались многочисленные золотые россыпи по рекам Миасс, Уй, Урал и их притокам. Затем стали отрабатываться и коренные месторождения Буйдинского, Миндякского, Ильинского и других рудных полей. Промышленное освоение месторождений золота на территории РБ началось перед первой мировой войной и получило интенсивное развитие в период Великой Отечественной войны, когда было получено 8,8 тонн золота, крайне необходимого для страны [2,3].

В настоящее время золотодобыча в России, и в том числе в РБ, развивается за счет новых высокопроизводительных технологий добычи полезных ископаемых с применением инновационных способов переработки обедненных золотосодержащих руд. При этом в эксплуатацию вовлекаются месторождения, не требующие больших инвестиций на их освоение и последующую эксплуатацию. Переработка руд на таких месторождениях проводится с применением простой и высокорентабельной технологии, обеспечивающей высокую окупаемость вложенных средств.

Достижением в области горной науки является внедрение физико-химической геотехнологии (ФХГТ), основанной на переводе цветных, редких и благородных металлов из минералов в раствор путем их избирательного растворения химическими реагентами на месте залегания месторождений и последующего извлечения соединений, образованных в зоне реакции, без формирования значительных пустот и массового сдвижения вмещающих пород. К таким методам относят подземное выщелачивание (ПВ), кучное выщелачивание (КВ) и отвальное выщелачивание металлов.

Золотодобывающие предприятия занимают отдельную группу в горнорудной отрасли. Их воздействие на окружающую среду (ОС) определяется выбранной технологией золотоизвлечения, технологическим уровнем производства, качеством перерабатываемой руды и природными факторами региона. При обосновании выбора метода извлечения золота проводятся исследования технологических условий месторождения по следующим критериям: общим факторам (климат, рельеф местности), горно-геологическим условиям месторождения (тип месторождения, условия залегания руд и состояние горного массива, глубина залегания и др.), гидрогеологическим условиям (коэффициент фильтрации пород, обводненность рудных тел и др.), геотехнологическим свойствам руд (тип минерализации, крупность и форма нахождения золота, содержание золота и примесей и др.).

Из результатов исследований следующих авторов: Н.Ю. Антонинова, Н.В. Гончар, А.В. Кивацкая, В.В. Лодейщиков, М.А. Меретуков, В.И. Сотников, Г.В. Седельникова М.И. Фазлуллин, В.А. Чантурия и др. – следует, что наиболее распространенные технологические процессы переработки золотосодержащих руд основаны на использовании сильно действующего ядовитого вещества – цианида натрия. Расширением роли цианидных методов золотоизвлечения при переработке все большего числа различных руд, обуславливает увеличение числа аварийных ситуаций. За последние 25 лет прошлого столетия в горной промышленности мира произошло 33 крупных инцидента экологического характера [4], 14 из которых относятся к области добычи и обработки благородных металлов. Из этих 14 инцидентов 10 связаны с прорывом плотин хвостохранилищ, 2 – с происшествиеми во время транспортировки и 2 – с пробоями трубопроводов. Растворы цианида присутствовали в 5-ти из 14 случаев. Они не явились причиной смерти людей, однако нанесли существенный ущерб фауне (рыбы, птицы) загрязненных территорий.

Из последних техногенных аварий, связанных с утечкой цианидов на золотодобывающих предприятиях можно назвать прорыв плотины хвостохранилища цианидных отходов Караменского ГОК, произошедшего в августе 2009 г.; прорыв противофильтрационного экрана в октябре 2011 года в Казахстане.

Наиболее важные факторы, обуславливающие экологическую опасность различных технологий золотоизвлечения, приведены в таблице. Как видно, каждая их изученных технологий оказывает специфическое воздействие на ОС.

Поэтому при внедрении метода в промышленном масштабе необходим ответственный подход к проблемам промышленной безопасности и защиты среды обитания.

Все технологические процессы получения золота, перечисленные в таблице, в то или другое время использовались или продолжают функционировать на территории РБ. Следует отметить, что технологии добычи и переработки, золотосодержащих руд основаны на использовании не только цианида натрия, но и других высокотоксичных реагентов: ртути, активного хлора. Именно это определяет экологическую опасность золоторудной отрасли.

Сведения о щадящем экологическом воздействии современных технологий добычи золота (кучного и подземного выщелачивания) на окружающую среду в литературе описаны, поскольку наиболее существенное прямое воздействие предприятия локализовано в пределах промплощадки [5-10]. Самым экологически безопасным в настоящее время считается метод подземного выщелачивания золота, при котором не происходит нарушения рельефа местности, не создаются отдаленные последствия в виде отработанных породных отвалов, заброшенных карьеров и хвостохранилищ.

Однако, объективный подход к оценке экологичности технологии ПВ позволяет сделать вывод о необоснованности представлений о практической безопасности этого метода. Исследования [11] свидетельствуют о наличии побочных процессов, в результате которых образуются токсичные соединения нетипичные для горного производства это требует корректировки программ мониторинга окружающей среды в зонах влияния предприятия ПВ и разработки мероприятий по защите среды обитания от загрязнения побочными продуктами выщелачивания благородных металлов активным хлором.

Важной особенностью формирования экологической обстановки в горнорудных районах РБ является наличие большого числа заброшенных предприятий золотодобычи. Эти объекты до настоящего времени служат источниками загрязнения ОС. В частности, метод амальгамации был повсеместно распространен в Зауральских районах РБ, и отходы этих производств до сих пор создают протяженные ореолы рассеяния ртути в природных средах [12-14].

В настоящее время особую проблему представляют технологии обезвреживания твердых и жидких отходов предприятий кучного и подземного выщелачивания, так как для этих целей чаще всего используются сильные окислители – пероксид водорода, активный хлор, способные переводить ядовитые цианиды в малотоксичные соединения (цианаты, роданиды). В то же время отходы обезвреживания могут содержать продукты побочных реакций, свойства которых обычно не исследуются.

Оценка экологической опасности различных способов извлечения золота применявшихся на территории Республики Башкортостан

Критерии для оценки экологической опасности производства	Технологии золотоизвлечения (используемые на предприятиях территории РБ)					
	Амальгамация	Флотация	Цианисто-иловый процесс	Чановое выщелачивание	Кучное выщелачивание	Подземное выщелачивание
Нарушение рельефа поверхности	+	+	+	+	+	-
Нахождение населенных пунктов вблизи объектов золотодобычи	+	+	+	+	+	+
Наличие фабрики для переработки руды	+	+	+	+	+	-
Дробление, транспортировка, измельчение агломерация руды	+	+	+	+	+	-
Отвалы, хвостохранилища, пульпопроводы	+	+	+	-	+	-
Наличие трубопроводов технологических растворов на открытом воздухе	-	-	-	-	+	+
Применяемые реагенты для выщелачивания	-	Ксантогенаты Пенообразователи	Цианистый натрий			Хлор и активный хлор
Способность реагента к трансформации	-	Ксантогенат окисляется с образованием сероуглерода и спиртов	Цианид на воздухе гидролизуется с образованием цианидов, в воде превращаются в менее токсичные соединения – цианаты и роданиды			Реагент взаимодействует с природными органическими соединениями
Стабильность реагента (устойчивость, летучесть)	Обладает высокой летучестью	Нестабильный	Быстро окисляется			Весьма реакционно способный
Опасные свойства реагента	Высоко токсичный элемент	Первого класса опасности	СДЯВ			
Способность реагента к миграции	+	+	+	+	+	+
Наиболее уязвимые природные среды	Воздух, подземные воды, донные отложения водоемов	Воздух, природные воды	Воздух, природные воды	Воздух, подземные воды	Воздух, подземные воды	Воздух, подземные воды
Виды многолетних промышленных отходов	Эфельные отвалы	Породные отвалы, хвосты	Хвосты, технологический пруд	Хвосты, технологический пруд	Отработанный штабель, отработанные технологические растворы	Вода после промывки месторождения от остатков рабочих растворов выщелачивания
Последствия выщелачивания	Попадание в природные среды токсичных компонентов				Распространение цианидов в подземные воды от рудного штабеля	Распространение в подземных водах токсических ЛУВ

Накопленный экологический ущерб от этих производств в настоящее время требует квалифицированной комплексной оценки. Известно, что в отходах золотодобычи присутствует остаточное содержание благородных металлов, а также примеси редких и рассеянных элементов (селен, сурьма, висмут), в связи с этим утилизация этих объектов представляет собой сложную технологическую задачу, для решения которой требуется как разработка технологий, так и формирование недостающей нормативно-правовой базы.

Список литературы

1. Салихов Д.Н., Ковалев С.Г. и др. *Полезные ископаемые Республики Башкортостан (золото)*. – Уфа: Экология, 2003. - 223 с.
2. В.Н. Макарова *Развитие золотодобывающей промышленности Башкортостана в период двух модернизаций: (1880-е годы XIX века - 1930-е годы XX века): дис. ... канд. ист. наук, Уфа, 2006. – С.267.*
3. Вишев И.И. *Становление и развитие золотопромышленности на Южном Урале в XIX веке: автореф. дис. ... канд. ист. наук, Челябинск, 2002. - 22 с.*
4. Terry McNulty. *Cyanide Substitutes //Mining Magazine. – Vol.184. - №5. – May 2001. – P.256–258, 260–261.*
5. *Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов: т. 2: Золото / под ред. Фазлуллина М. М.- М.: Руда и металлы, 2005. - 328 с.*
6. Гончар Н.В. *Исследование и оценка экологической безопасности кучного выщелачивания золота в условиях Урала: дис. ... канд. тех. наук, Екатеринбург, 2003. - 174 с.*
7. Кивацкая А.В. *Эколого-геохимические последствия кучного выщелачивания золота (на примере ОАО "Рудник Веселый", Республика Алтай): автореф. дис. ... канд. геол.-м. наук, Томск, 2006. - 22 с.*
8. Тимошенков С.Н. *Обоснование и разработка эффективной технологии скважинного подземного выщелачивания золота из глубокозалегающих россыпных месторождений (на примере Южного Забайкалья): автореф. дис. ... канд. тех. наук, Чита, 2009. - 23 с.*
9. Седов Н.П. *Оптимизация технологических параметров скважинного подземного выщелачивания драгоценных металлов: на примере месторождения Долгий Мыс: автореф. дис. ... канд. тех. наук, Екатеринбург, 2008. - 22 с.*
10. Заболоцкий К.А. *Оптимальный комплекс гидрологических и геоэкологических исследований месторождений металлов в корях выветривания применительно к отработке их способом подземного выщелачивания: автореф. дис. ...канд. геол.-м. наук, Екатеринбург, 2008. 25 с.*
11. А.Н. Кутлиахметов, В.И.Сафарова, Г.Ф.Шайдулина, Н.Р. Низамутдинова и др. *Образование и миграция галогенуглеводородов в природных средах при подземном хлоридном выщелачивании благородных металлов // Проблемы региональной экологии, 2012. - № 3. - С. 46-53.*

12. Кутлиахметов А.Н. Ртутное загрязнение ландшафтов горнорудными предприятиями Башкирского Зауралья: дис. ... канд. геогр. наук. – Екатеринбург, 2002. – 174 с.

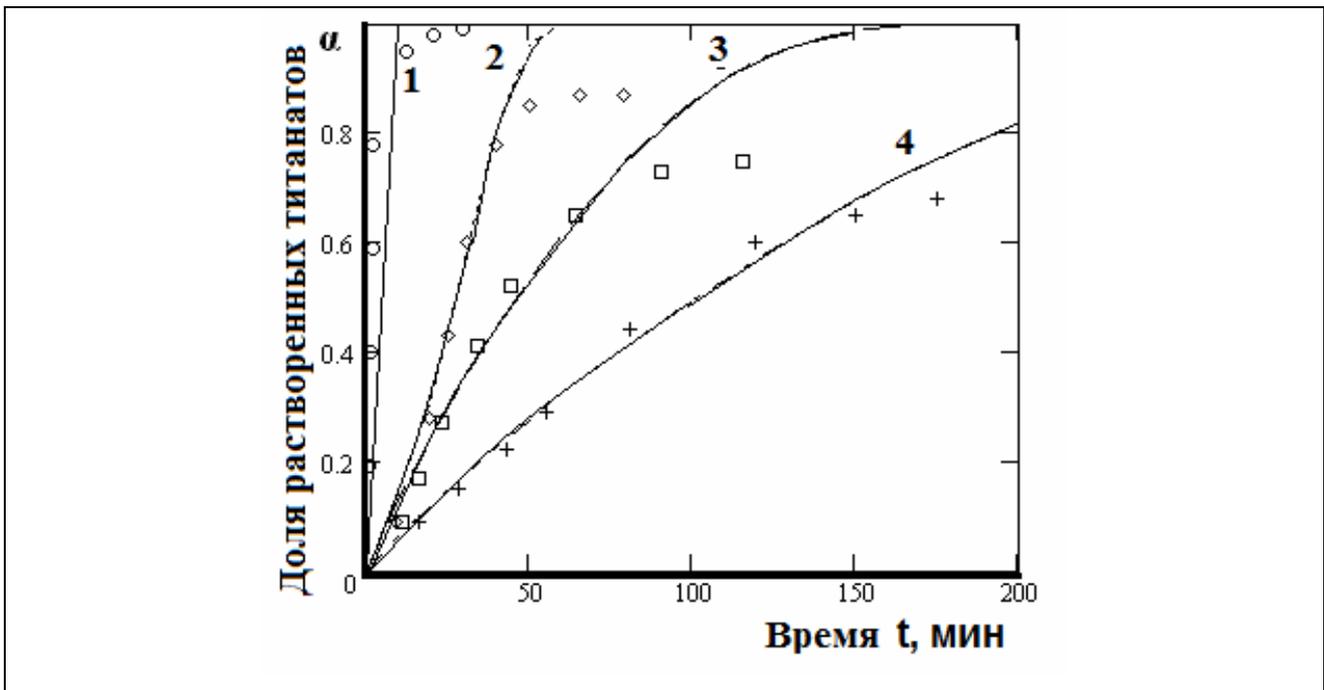
13. Фахутдинов А.А. Экологическая оценка влияния горнорудного комплекса на окружающую среду Башкирского Зауралья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук, Екатеринбург, 1999. – 19 с.

14. Сотников В.И. Влияние рудных месторождений и их отработки на окружающую среду // Соросовский журнал, 1997. – № 5. – С. 62–65.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ РАСТВОРЕНИЯ ТИТАНАТОВ С ЦЕЛЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ИЛЬМЕНИТА

С.М. Русакова, И.Г. Горичев, И.В. Артамонова, М.В. Терехова
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
г. Москва

Экспериментально изучено влияние природы титанатов на кинетику их растворения в серной кислоте для K_2TiO_3 , $CaTiO_3$, $FeTiO_3$, $PbTiO_3$ (рисунок).



Зависимость доли растворенных титанатов (α) от времени (t) в H_2SO_4 с концентрацией 14,5 моль/л, 1- K_2TiO_3 , 2- $PbTiO_3$, 3- $FeTiO_3$, 4- $CaTiO_3$

Точки – экспериментальные данные, линии – решение уравнения цепного механизма $\alpha = 1 - \exp(-A \cdot sh(W \cdot t))$ (1), где α – доля растворенного титаната, A – количество активных центров на поверхности титаната, W – скорость растворения, t – время

Рассчитаны удельные скорости растворения титанатов (таблица)

Значения удельных скоростей растворения титанатов

Титанат	$t_{0.5}$	$W, \text{мин}^{-1}$	Титанат	$t_{0.5}$	$W, \text{мин}^{-1}$
K_2TiO_3	5.31	0.9	$FeTiO_3$	46.68	0.015
$CaTiO_3$	28.12	0.07	$PbTiO_3$	101.33	0.007

где $t_{0.5}$ – время растворения 50% навески.

Как видно из рисунка и таблицы, скорость растворения максимальна у титаната калия. Титанат железа, являющийся основным компонентом минерала ильменит, отличается более низкой скоростью растворения, что говорит о целесообразности перевода титаната железа в титанат калия путем сплавления минерала с гидросульфатом калия для более полного извлечения TiO_2 из ильменита. Кроме того, введение стадии сплавления исходного сырья с гидросульфатом калия позволяет уменьшить расход серной кислоты при проведении процесса выщелачивания минерала, снизив концентрацию H_2SO_4 до 0.5-1 моль/л.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПИХЛОРГИДРИНА

С.М. Данов, А.В. Сулимов, А.В. Овчарова

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева,
г. Дзержинск

До настоящего времени основным промышленным способом производства эпихлоргидрина является хлоргидринный метод. Однако, данный способ имеет существенные недостатки, к числу которых можно отнести низкий коэффициент использования хлора, применение на стадиях гипохлорирования и дегидрохлорирования крайне разбавленных водных растворов реагентов, что приводит к уменьшению производительности аппаратуры и образованию больших количеств загрязненных сточных вод содержащих $CaCl_2$ и хлорорганические примеси, очистка от которых трудоемка и требует больших затрат.

Более интересным является способом получения эпихлоргидрина на основе глицерина, являющегося основным сопутствующим продуктом при производстве биодизеля из растительных и животных жиров. Этот метод имеет ряд преимуществ: не требует применения растворителя, позволяет снизить расход хлора (на 50 %), воды (на 70 %) и уменьшить образование хлорсодержащих побочных продуктов (на 80 %). Тем не менее, существенными недостатками данного способа являются относительно низкая селективность образования дихлорпропанолов глицерина, а также невысокая степень

превращения хлористого водорода и глицерина в целевой продукт. Кроме того, следует отметить, что вторая стадия процесса – щелочное дегидрохлорирование дихлорпропанолов, аналогична завершающему этапу хлоргидринного процесса со всеми присущими ему недостатками.

Жесткие требования экологического и экономического характера диктуют настоятельную необходимость создания новых технологий, которые могли бы заменить существующие процессы, приводящие к образованию большого количества зачастую токсичных отходов. Наибольший интерес в этой связи представляют каталитические способы получения эпихлоргидрина, основанные на использовании экологически чистого окислителя - пероксида водорода. Являясь доступным и безопасным для окружающей среды окислителем, пероксид водорода позволяет получать конечные продукты - эпокисоединения - без наличия каких-либо нежелательных примесей.

Одним из перспективных направлений синтеза эпихлоргидрина является жидкофазное эпоксирирование аллилхлорида пероксидом водорода в присутствии титансодержащего цеолита. Создание эффективного способа эпоксирирования позволит устранить недостатки, присущие традиционному хлоргидринному процессу, и в значительной степени повысить его экологичность. Учитывая постоянно возрастающий спрос на эпихлоргидрин и продукты на его основе, разработка новых технологий его производства является актуальной и своевременной задачей.

ПЕРЕРАБОТКА ЛЕГКИХ АЛКАНОВ В ОЛЕФИНЫ И ВОДОРОД НА ПОЛИОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Т.С. Байжуманова, С.А. Тунгатарова, К. Касымхан, М. Жумабек
Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В.Сокольского,
г. Алматы

Одним из перспективных направлений в области переработки углеводородного сырья является использование природного газа в качестве альтернативного нефти сырья. Разведанные запасы природного газа превосходят аналогичные запасы нефти. В настоящее время природный газ используется в основном в энергетических целях: тепловые электростанции на природном газе наиболее экологически чистые, пропан-бутановая фракция применяется в качестве бытового топлива, а также как горючее для автотранспорта. Степень химической переработки природного газа в ценные продукты остается на низком уровне, а значительная часть попутного нефтяного газа сжигается в факелах, что приводит к невосполнимой потере ценного сырья и порождает сложные экологические проблемы в регионах добычи. Перспективной альтернативой этому может стать производство этилена из метана, поскольку, в отличие от нефти, природный газ, основным компонентом которого является метан, рассматривается как возобновляемый

источник сырья. К сожалению, проблема получения этилена из метана осложняется тем, что в молекуле метана содержатся чрезвычайно прочные связи С-Н, благодаря которым атом углерода метана способен вступать в реакции образования связей С-С лишь в крайне жестких условиях, да и в этом случае реакция протекает с крайне низкой селективностью, приводя к образованию смеси продуктов.

В представленной работе сообщается об активности новой серии полиоксидных катализаторов на основе вольфрама, фосфора, никеля, калия, меди и цинка, нанесенных на серию синтетических и природных носителей, и изучении их активности в процессе окислительного превращения метана. Изучение активности синтезированных образцов проводили на лабораторной установке проточного типа при атмосферном давлении. В ходе предварительных экспериментальных исследований катализаторов определено, что реакция протекает при 873-1173К с выходом C_2 -углеводородов и H_2 . Катализаторы с активной фазой W и P ведут процесс в сторону образования C_2 -углеводородов, начиная с $T=973K$, катализаторы основанные на Ni, K, Cu и Zn конверсию метана ведут в сторону образования H_2 . Начиная с $T=873K$, и при повышении температуры до 1073К в реакционной смеси образуются также C_2 – углеводороды.

Особый интерес в дальнейшем представляет изучение сравнительной активности разработанных катализаторов путем варьирования состава активной фазы на основе металлов переменной валентности (Ni, Mn) с введением модифицирующих добавок редкоземельных элементов La и Ce.

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 серноокислотного 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 ₄ ⁺ , % м.д.		0,008
6	ρ , г/см ³		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	1,9
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 %.

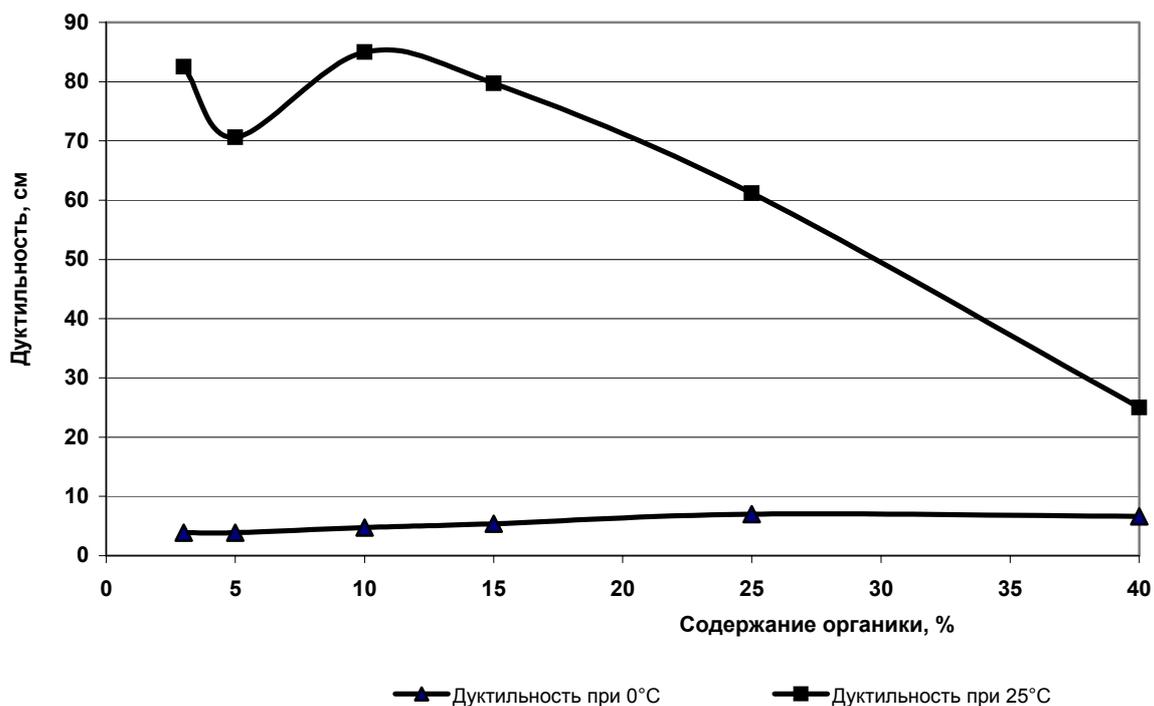


Рис. 1. Зависимость дуктильности битума от содержания органики

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).

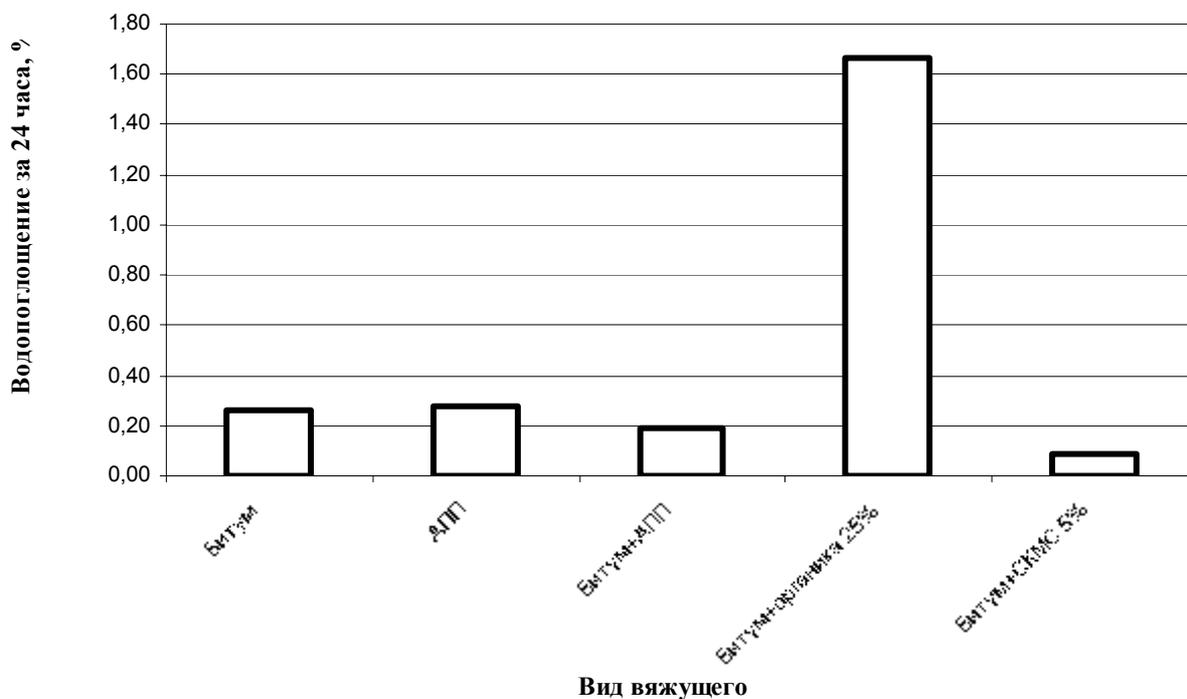


Рис. 2. Водопоглощение минерального наполнителя, покрытого пленками различного состава (АПП – атактический полипропилен)

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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИСТОВОГО ОПАДА В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТИ С ВОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А.А. Алексеева, А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

Оборотные и замкнутые системы промышленного водоснабжения тесно связаны с повышением эффективности очистки сточных вод, снижением ее себестоимости и интенсификации методов извлечения загрязняющих веществ [1]. Среди методов, успешно применяющихся для решения этой задачи, сорбционная очистка воды является одним из наиболее эффективных.

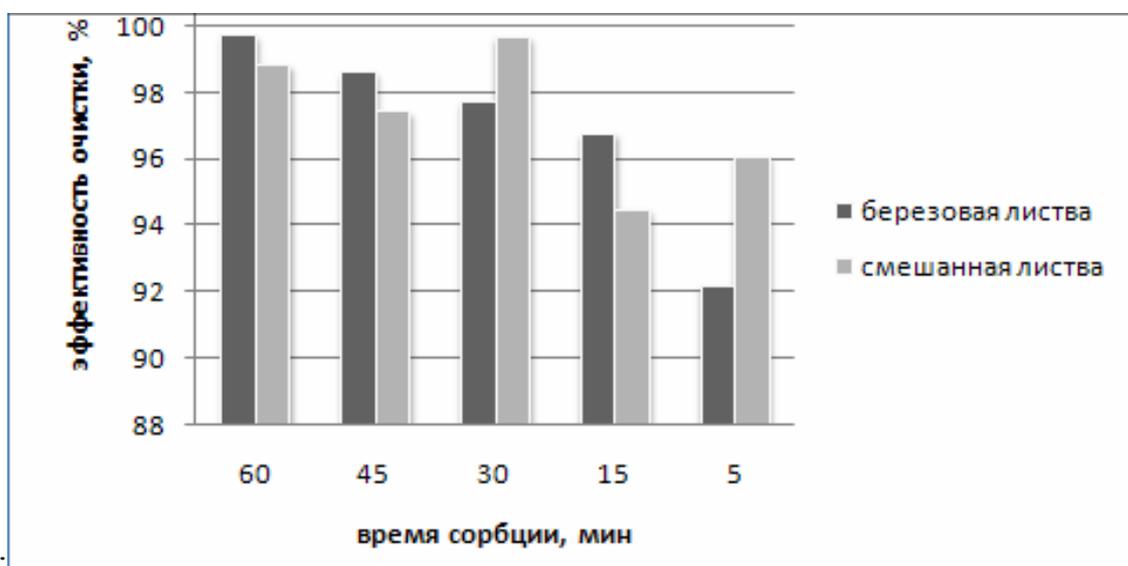
При выборе сорбционного материала большое внимание уделяется его сорбционным характеристикам, а также стоимости изготовления и доступности сырьевой базы [2].

В нашей работе в качестве сорбционного материала мы предлагаем использовать измельченный лиственный опад.

Утилизация палой листвы в настоящее время является проблемой экологического характера. С одной стороны, палая листва – возобновляемый природный ресурс, а с другой – потенциальный токсикант. Ежегодно огромные количества палой листвы подвергаются сжиганию, что приводит к загрязнению атмосферы токсическими соединениями. В связи с этим становится весьма уместным стремление к переработке и рациональному использованию этого вида возобновляемого растительного сырья [3].

Измельченный лиственный опад (березовая и смешанная листва) имеет широкое распространение в нашей полосе, высоко развитую поверхность, не требует специальных условий хранения, является экономически выгодным и обладает высокой плавучестью, которая необходима для проведения сорбции нефтепродуктов с водной поверхности и их сбора после длительной экспозиции [4].

Проведя имитацию загрязнения водной поверхности нефтью девонского отложения в лабораторных условиях, определялось остаточное содержание поллюантов в воде. Эффективность проведения процесса сорбции представлена на рисунке.



Зависимость эффективности очистки от времени

Результаты исследований показали, что лучшими значениями по нефтеемкости достигались при применении опада смешанной листвы – 99,7 %.

Полученные в экспериментальных исследованиях данные свидетельствуют о возможности использования листового опада в процессе удаления нефти с водной поверхности.

Список литературы

1. Зубарева Г.И., Черникова М.Н. Технологические схемы глубокой очистки нефтесодержащих сточных вод с применением метода напорной флотации // *Экология и промышленность России*. – 2011. – №10. – С.15-17.
2. Ягафарова Г.Г., Акчурина Л.Р., Федерова Ю.А., Ягафаров И.Р. Новые сорбенты для очистки воды от нефтяных загрязнений // *Экология и промышленность России*. – 2011. – №12. – С.34-35.
3. Починок Х.Н. Методы биохимического исследования растений. – Киев: Наукова думка, 1976. – 334 с.
4. Кахраманлы Ю.Н. Критерии подбора пенополимерных сорбентов в процессе локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водной поверхности // *Вода. Химия и экология*. – 2012. – №5. – С.70-75.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЮЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

А.М. Сафаров¹, С.Н. Коноплева², Л.Я. Исачкина², А.М. Сафарова³

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,

²ГБУ РБ Управление государственного аналитического контроля,

³Инженерно-технический центр ООО «Газпром трансгаз Уфа»,
г. Уфа

Исследование закономерностей формирования состава токсичных компонентов атмосферы в регионах расположения нефтехимических комплексов является актуальной задачей при оценке качества атмосферного воздуха. Основным инструментом наблюдения за качеством окружающей среды служат системы мониторинга, разработка которых проводится с обязательным выделением основных источников техногенного воздействия.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха характерна для антропогенно нагруженных территорий Республики Башкортостан, к которым относятся Южный (гг. Стерлитамак, Салават, Ишимбай) и Центральные (гг. Уфа, Благовещенск) промышленные узлы.

Город Стерлитамак – центр Южного промышленного узла республики, представляет собой территориально-производственный комплекс с большим числом химических и нефтехимических предприятий, примыкающих к черте города, и проблема загрязнения атмосферного воздуха стоит очень остро.

Негативное влияние предприятий нефтехимической отрасли на атмосферу в Стерлитамаке усугубляется и тем, что город расположен в четвертой климатической зоне, где до 60 % дней в году регистрируются неблагоприятные метеорологические условия, а также значительным износом основных фондов промышленных предприятий химической и нефтехимической отрасли, доля которой составляет 30 % [1].

Экологическая безопасность в городах с высокой техногенной нагрузкой может быть обеспечена созданием системы управления качеством окружающей среды. Мониторинг атмосферного воздуха в г. Стерлитамаке проводится в соответствии с требованиями [2,3] Центром мониторинга окружающей среды ГУ «Башкирское УГМС» и его подразделением в г. Стерлитамаке. Перечень контролируемых ингредиентов включает в себя: оксиды азота, сероводород, диоксид серы, аммиак, формальдегид, фенол, хлорид водорода, оксид углерода, пыль, бенз(*a*)пирен (БП), тяжелые металлы и углеводороды. Основным показателем, характеризующим вклад каждого предприятия в загрязнение атмосферного воздуха, является объём валового выброса.

В настоящее время в Стерлитамаке организована системы мониторинга путем создания сети автоматизированных станций контроля промвыбросов и атмосферного воздуха, с установлением взаимосвязи между источником загрязнения и качеством природных сред. Эта система позволяет в режиме on-line получать регулярные сведения о содержании загрязняющих веществ как в выбросах, так и атмосферном воздухе. Система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха включает систематическое измерение заданных параметров атмосферного воздуха; определение качества выбросов основных источников загрязнения, автоматический сбор информации, оперативную оценку ситуации по известным значениям ПДК и ПДВ, обработку и выдачу информации. Для этого проводят:

- сбор, анализ и ведение базы данных выбросов предприятий,
- выбор основных специфических токсикантов - индикаторных соединений для контроля на источниках выбросов (отпечатков предприятий), основанный на идентификации методом хромато-масс-спектрометрии,
- круглосуточный мониторинг путём создания сети автоматизированных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, места размещения которых определены по результатам анализа расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы,
- круглосуточный мониторинг источников загрязнения по специфическим загрязнителям, которые присущи конкретным предприятиям,
- непрерывное автоматическое измерение содержания загрязняющих веществ в атмосфере и на источниках загрязнения предприятий, замеров метеорологических параметров атмосферы,
- установление источника загрязнения по наличию превышения содержания в атмосферном воздухе специфических индикаторных соединений,
- определение превышения содержания специфических загрязнителей в воздухе, сравнение с результатами анализов на источнике загрязнения (предприятии), определение причин возникновения и необходимости изменения технологического режима.

Внедрение первой очереди автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Стерлитамака в 2010 году привело к снижению объёмов промышленных выбросов предприятий химического и нефтехимического профиля, поскольку организовано своевременное информирование предприятий

о превышении концентраций специфических компонентов, что свидетельствует об эффективности мер по управлению качеством атмосферного воздуха

Список литературы

1. Сафарова В. И., Исачкина Л.Я., Сафарова А.М. Проблемы контроля источников промышленных выбросов и атмосферного воздуха в режиме on-line и пути их решения с использованием современного оборудования (на примере Республики Башкортостан). Тез. Докл. 4 Всеросс. конференции «Аналитические приборы». – Санкт-Петербург, 2012. – С. 125

2. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.189-89, М., 1991. 693 с.

3. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. РД 52.04.667-2005. М., 2006. - 724 с.

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ КАРБАРИЛА СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ N-ВИНИЛАМИДОВ ИЗ ВОДНЫХ И ВОДНО-СОЛЕВЫХ СРЕД

Я.Р. Арустамов, Е.В. Чурилина, А.С. Губин, П.Т. Суханов
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж

Карбарил относится к классу карбаматных пестицидов, это белое кристаллическое вещество (температура плавления 142 °С), слабо растворим в воде (менее 0,1 % при 20 °С), хорошо растворим в большинстве органических растворителей, в щелочных растворах гидролизует. Одним из продуктов гидролиза является 1-нафтол. Применяется в фармации и сельском хозяйстве для уничтожения вредных насекомых. Основными источниками поступления карбарила в воды является поверхностный сток талых дождевых и грунтовых вод с сельскохозяйственных угодий.

Помимо негативного влияния на живые организмы, наличие в воде карбарила приводит к возникновению более опасных для здоровья человека заболеваний. Определение карбарила в водных средах представляет собой сложную аналитическую задачу, обусловленную низкими значениями ПДК (0,0005 мг/л). При этом требуется разработка высокочувствительных способов определения на уровне микроконцентраций. Перспективным способом концентрирования является сорбция, в частности, с применением полимеров.

Основная цель работы – установление закономерностей извлечения и концентрирования карбарила из водных и водно-солевых сред сорбентами на основе N-виниламидов. Для этого применены полимеры на основе N-винилпирролидона (ВП) и N-винилкапролактама (ВК) сшитые этиленгликольдиметакрилатом (ЭДГМА) в различных соотношениях в присутствии инициаторов полимеризации различной природы. Объект

исследования – водные растворы карбарила. Сорбцию проводили в статических условиях.

Установлено, что наиболее эффективно карбарил сорбируется полимером ВП: ЭДГМА 1:15 (при массовом соотношении водной фазы и сорбента 10:0,01 степень извлечения составляет 45 %).

В интервале концентраций пестицида 0-0,06 ммоль/дм³ коэффициенты распределения не зависят от содержания сорбата в водном растворе, изотерма сорбции описывается уравнением Генри со значением $R^2 = 0,98$. Такая изотерма характерна для микропористых адсорбентов, когда в результате сорбции происходит увеличение поверхности адсорбента пропорционально количеству адсорбированного вещества.

Одним из факторов, оказывающих влияние на эффективность сорбции, является введение в водную фазу высаливателей (сульфаты и хлориды калия, натрия и аммония), что свидетельствует об экстракционном механизме сорбции. В соответствии с ним карбарил сорбируется за счет «растворения» в полимерной матрице. Наиболее эффективна сорбция при введении в водный раствор $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4Cl , менее результативно добавление NaCl . Например, при добавлении $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ степень извлечения увеличивается на 25-30 %.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ МОЛИБДАТ-ИОНОВ ПРИ РАЗНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ pH

А.Ю. Курмышева, И.В. Артамонова, И.Г. Горичев
Московский государственный университет машиностроения,
г. Москва

Вместе с ростом промышленных достижений растет и необходимость извлекать ионы тяжелых металлов из сточных вод. Существует ряд традиционных методов очистки водоемов от примесей металлов: это ионный обмен, электрохимическое восстановление, обратный осмос, химическое осаждение, мембранная фильтрация. Перечисленные методы трудоемки в своем исполнении, и очистные установки, необходимые для их использования, имеют высокую стоимость.

Исследование процесса адсорбции показало, что извлечение катионов тяжелых металлов из водных растворов адсорбцией - хорошая альтернатива известным дорогостоящим и сложным методам.

Благодаря высокой температуре плавления, высокой прочности при повышенных температурах, хорошей коррозионной стойкости и высокой теплопроводности, молибден с каждым годом все шире используется в различных промышленных процессах. Однако молибден является токсичным веществом. Потенциальную опасность здоровью человека молибден проявляет при концентрации в воде начиная со значения 0.25 мг/л.

С ростом задействованного в промышленности молибдена растет и угроза засорения этим металлом сточных вод, почв возле промышленных центров.

Поэтому проблема очистки сточных вод от этих металлов очень актуальна в наши дни.

В настоящей работе проведено исследование адсорбции ионов молибдена на оксиде алюминия, как на наиболее распространенном адсорбенте, применяющемся во многих отраслях химической промышленности.

Экспериментальная часть.

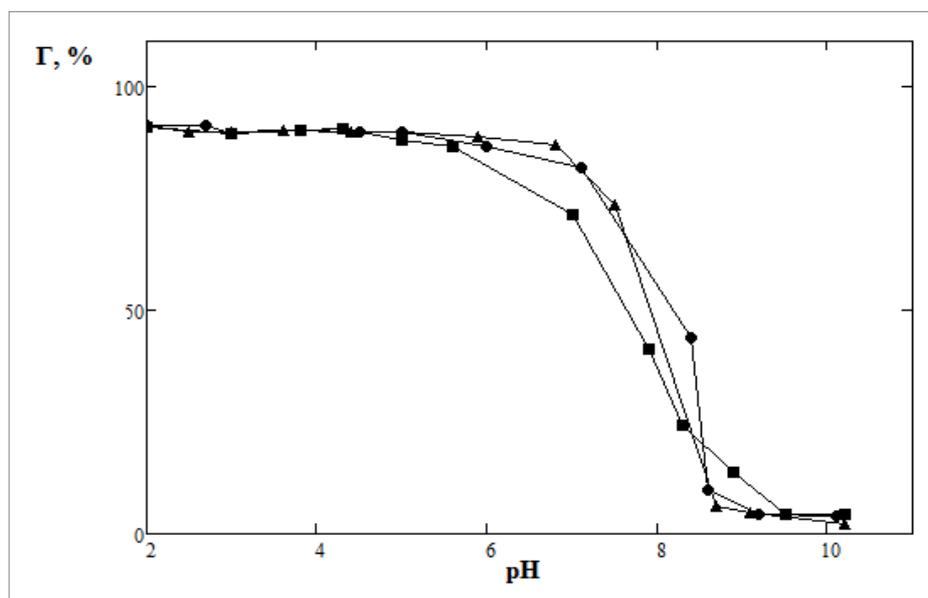
Серию экспериментов по адсорбции проводили путем перемешивания навески оксида алюминия массой в 1 г в растворах молибдата натрия с концентрациями 0.01, 0.005, 0.003 моль/л и при рН от 2 до 10. рН среды создавали небольшими добавлениями в раствор соли HCl и NaOH. Конечную концентрацию молибдена определяли фотоколориметрически роданидным методом в присутствии восстановителя - аскорбиновой кислоты [1]. Длина волны составляла 460 нм.

Величину адсорбции определяли по разнице начальной и конечной концентрации: $\Gamma = C_{исх} - C_{кон}$.

2. Результаты и обсуждение.

Величину адсорбции молибдат-ионов (рис. 1.) вычисляли по формуле [2]:

$$\Gamma = \frac{C_{исх} - C_{кон}}{C_{исх}} \cdot 100 \quad (1)$$



Зависимость относительной адсорбции, Г, %, от рН раствора при концентрации молибдат-ионов (моль/л): (▲) - 0.01; (■) - 0.005; (●) - 0.003

Из данных рисунка следует, что с увеличением рН раствора количество адсорбированных анионов молибдена уменьшается, что свидетельствует о том, что анионы адсорбируются на положительно заряженной поверхности оксида алюминия.

Величина константы адсорбционного равновесия вычислена по формуле:

$$\log \left(\frac{\Gamma}{100 - \Gamma} \right) = \log(K) + n \cdot pH \quad (2)$$

где К – константа адсорбционного равновесия;

n – тангенс угла наклона логарифмической прямой к оси абсцисс.

Найденная константа адсорбционного равновесия численно равна 4.21. Значение константы подтверждает, что на поверхности Al_2O_3 образуются гидролизные формы, проявляющие высокую адсорбционную способность.

Выводы.

1. Найдено значение константы адсорбционного равновесия ($K=4,21$).
2. Значение константы подтверждает, что на поверхности Al_2O_3 образуются гидролизные формы, проявляющие высокую адсорбционную способность.

Список литературы

1. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. / Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.– 711с.

2. Горичев И.Г., Артамонова И.В., Лайнер Ю.А., Изотов А.Д., Казиев Г.З., Петроченков В.А. Электрохимическое и коррозионное поведение молибдена и его оксидов в растворах электролитов: монография/ И.Г. Горичев, И.В. Артамонова, Ю.А. Лайнер, А.Д. Изотов, Г.З. Казиев, В.А. Петроченков - 1-е изд. – М.: МГТУ «МАМИ», 2010.- 120 с.

3. Sabine Goldberg, Cliff T. Johnston, Donald L. Suarez1 and Scott M. Lesch Mechanism of Molybdenum Adsorption on Soils and Soil Minerals Evaluated Using Vibrational Spectroscopy and Surface Complexation Modeling / Mark O. Barnett and Douglas B. Kent (editors) / Adsorption of metals by Geomedia 2008, chapter 9.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственной программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013годы» (контракты №14.740.11.1095, 16.740.11.0679) и аналитической ведомственной целевой программы (шифр заявки № 3.5258.2011).

ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ВОЛОКНИСТЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ, ПОВЕРХНОСТНО МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОУГЛЕРОДОМ

А.Е. Бураков, И.В. Романцова, Е.А. Буракова, А.Г. Ткачев
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

Получение больших объемов особо чистого воздуха, высокоэффективная регенерация газовых выбросов, создание средств защиты органов дыхания, обладающих максимальной эффективностью при минимальном сопротивлении дыханию и мн. др. проблемы тонкой очистки газов становятся все более актуальными. Одним из наиболее перспективных путей их решения являются технологии, позволяющие органично интегрировать традиционные

фильтрующие материалы и наноматериалы, обладающие комплексом уникальных свойств.

Несмотря на большое разнообразие фильтрующих материалов, наибольшее распространение для тонкой очистки воздуха от субмикронных аэрозольных частиц получили материалы из ультратонких волокон. Высокоэффективные волокнистые фильтрующие материалы представляют собой систему волокон, имеющую пористость порядка 90 – 99 %, а диаметр волокон варьируется от нескольких микрометров до сотых долей микрометра. Утончение волокон данного фильтра ведет к увеличению улавливания частиц и одновременно к уменьшению сопротивления фильтрующего материала.

Новое направление в решении актуальной проблемы совершенствования волокнистых фильтрующих материалов связано с управляемым нанесением пористого проницаемого слоя нановолокон на более толстые, субмикронные (микронные) волокна. Нанесение высокопористого слоя углеродных нанотрубок (УНТ) на волокна-носители позволяет увеличить удельную поверхность фильтрующего материала, изменить гидродинамику течения запыленного газа, и, за счет эффектов, описанных в [1, 2], существенно повысить эффективность улавливания субмикронных аэрозольных частиц. Структура наномодифицированного материала фильтра обеспечивает высокую эффективность улавливания частиц без увеличения сопротивления потоку, что решает главную проблему тонкого пылеулавливания – получение фильтрующего материала, обладающего заданным качеством улавливания при минимально возможном сопротивлении потоку газа.

В рамках настоящей работы была разработана технология модифицирования фильтрующих высокотемпературных волокон путем газофазного химического осаждения на них слоя УНТ (технологическая схема производства и оборудование для его получения спроектированы ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов) для получения материалов фильтров супертонкой очистки газов.

Предлагаемая технология включает следующие стадии:

- приготовление исходного раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (основные компоненты: Ni, Co, Y, Mo, Mg, Al);
- подбор и предварительная обработка материала-носителя (механическая, химическая и т.д.);
- процесс пропитки образца волокнистого фильтрующего элемента исходным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНТ;
- процесс термической обработки пропитанного образца на воздухе при температуре 500-600 °С;
- процесс газофазного химического осаждения УНТ на подготовленном образце в промышленном реакторе ($t_{пр}=650$ °С).
- процесс финишной обработки полученного материала (механическое и химическое удаление примесей и агломератов УНТ, не зафиксированных на материалах-носителях).

Данная технология была апробирована на следующих опытных образцах волокон-носителей (таблица):

- кремниевый фильтрующий материал специального назначения (ФМСН);
- кремнеземные волокна SuperSil.

Физико-химические показатели фильтрующей основы

Марка материала	Рабочая температура $t_{\text{раб}}$, °С	Радиус волокна a_v , мкм
ФМСН	900	0,5-3
SuperSil	1200	3-5

Результаты сканирующей электронной микроскопии опытных образцов материалов, полученных в соответствии с разработанной технологией, представлены на рис. 1, 2.

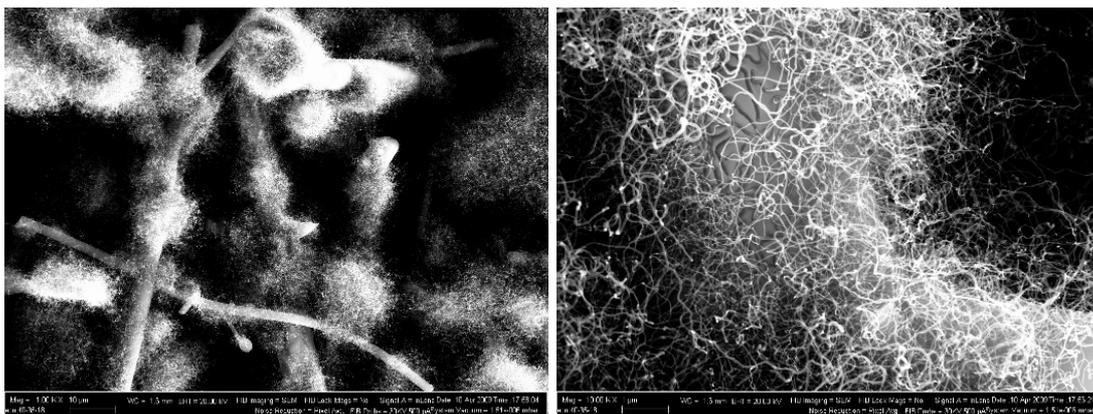


Рис. 1. Кремниевые волокна фильтра, покрытые слоем УНТ

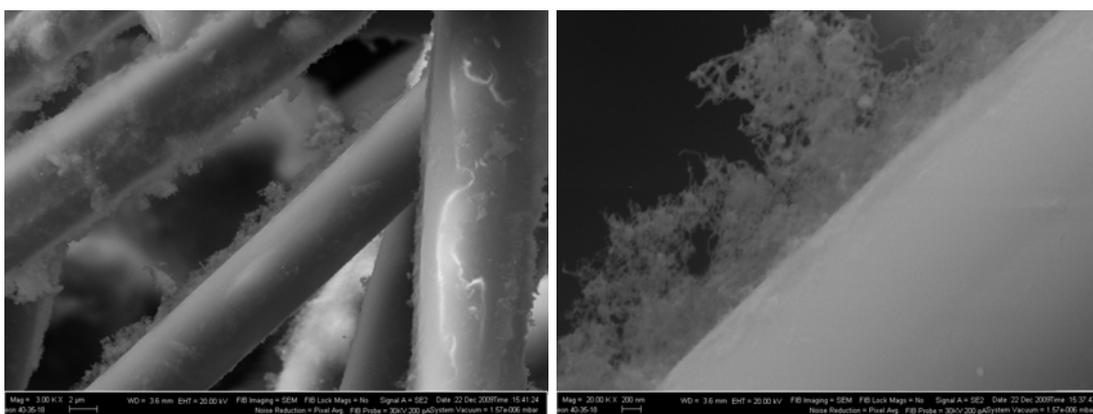


Рис. 2. Кремнеземные волокна фильтра, покрытые слоем УНТ

Анализ показал, что образцы представляют собой волокна, имеющие диаметр 2-10 мкм, однородно покрытые проницаемым слоем углеродных нанотрубок (диаметр 20-40 нм). Пористость слоя порядка 80-90 %. Высота слоя порядка половины радиуса волокон.

В соответствии с заключением лаборатории дисперсных систем РНЦ «Курчатовский институт» (г. Москва) опытные образцы наномодифицированных высокотемпературных волокон могут быть использованы:

- в качестве финишных фильтров для суперочистки газов;
- для очистки сжатых газов (волокна диаметром $d = 0,5\text{--}3$ мкм, толщина слоя УНТ $0,1\text{--}0,2d$);
- для очистки жидкостей от наночастиц;
- для регенерируемых фильтров (фильтры для очистки воздуха от пыли для двигателей внутреннего сгорания);
- для демистеров (туманоуловителей).

Таким образом, предложенная технология создания наномодифицированных фильтрующих волокнистых материалов позволяет значительно повысить эффективность улавливания субмикронных аэрозольных частиц за счет оптимального изменения структуры материала-носителя при поверхностном синтезе пористых проницаемых оболочек из УНТ, имеющих заданные параметры, что позволяет максимально реализовать механизмы аэрозольной фильтрации.

Список литературы

1. Кири, А.А., Будыка, А.К., Кири, В.А. Фильтрация аэрозолей волокнистыми материалами ФП // *Рос. Хим. Журн.* – 2008. – Т. 52. – № 5. – С. 97 – 102.
2. Кири, В.А. Осаждение аэрозольных наночастиц в фильтрах из волокон с пористыми оболочками // *Коллоидный журн.* – 2007. – Т. 69. – № 5. – С. 655 – 660.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев

Институт химической кинетики и горения СО РАН им. В.В.Воеводского,
г. Новосибирск

Введение

Гуминовые кислоты ГК являются важнейшим компонентом окружающей среды. Они содержатся в почве, воде (в растворённом виде) и воздухе (в форме аэрозолей). ГК играют важную роль в химии, в биоактивности, в транспорте гидрофобных органических молекул и поддержании рН естественных водоёмов. Структура макромолекул ГК содержит много функционально разных химически групп (катехины, хиноны, фталаты, феноламины, салицилаты и т.д.), способных к комплексообразованию [1]. Благодаря этим структурным

свойствам ГК контролируют концентрацию растворённых поллютантов (амины, фенолы, гетероциклические соединения, тяжёлые металлы и т.д.) [1].

Общепринятой моделью структуры ГК является следующая [1]: имеется ядро (ароматический углеродный скелет) и периферия (полисахаридно-полипептидные цепи). При этом полагается, что молекулярные фрагменты ядра и периферии одной макромолекулы ГК связаны химическими связями. Периферические нерегулярные структурные элементы (периферические цепи) являются переменными компонентами. В результате строение макромолекул ГК не является строго стабильным и подвержено статистическим флуктуациям. В связи с этим характерной особенностью макромолекул гуминовых кислот является их полидисперсность. В результате при растворении образца ГК в водном растворе образуется набор макромолекул ГК переменного размера и переменного химического состава.

Для идентификации ГК применяются многочисленные физико-химические методы [1] и, в частности, флуоресцентный [2]. Будучи не инвазивным методом наблюдения, флуоресцентная спектроскопия (спектры флуоресценции, возбуждения) в настоящее время стала одним из наиболее информативных и наиболее распространённых методов изучения структурных свойств ГК. Свойство полидисперсности ГК во флуоресцентной спектроскопии проявляется в зависимости положения максимума спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света и в зависимости спектра возбуждения от длины волны наблюдения [3]. Для получения этой информации необходимо наличие источника возбуждения спектра флуоресценции с варьируемой длиной волны.

В настоящей работе предлагается подход, позволяющий получать обширную информацию о структуре макромолекул ГК при возбуждении её спектра флуоресценции монохроматическим возбуждением. Суть предлагаемого подхода заключается в следующем. Априори можно думать, что благодаря свойству полидисперсности из-за неоднородности контура флуоресценции ГК спектральная зависимость эффективности тушения флуоресценции ГК может меняться при изменении длины волны наблюдения в связи со следующим. Благодаря свойству полидисперсности происхождение контура флуоресценции водных растворов ГК обусловлено вкладом флуоресценции от флуорофоров, имеющих различную химическую природу и входящих в состав разных макромолекул и, соответственно, флуоресцирующих на разных длинах волн. Это обстоятельство будет приводить к разной спектральной эффективности тушения флуоресценции. Таким образом, новизна предлагаемого подхода для получения информации о полидисперсности образца ГК заключается в анализе спектральной зависимости эффективности тушения флуоресценции ГК при возбуждении монохроматическим светом.

Эта идея была апробирована в работе [4], в которой было показано, что эффективность тушения флуоресценции ГК зависит от длины волны наблюдения. Целью данной работы было сравнение эффективностей тушения флуоресценции ГК и её аналогами – производными салициловой кислоты, для которых априори наличие свойства полидисперсности отсутствует.

Материалы и методы

В качестве образцов ГК были взяты стандартный образец (Humic Acid Standard IHSS Elliot soil 1S102H). В работе использовали щелочные растворы ГК (NaOH, «Fluka»). Производные салициловой кислоты (ПСК) салицилат натрия SS, сульфосалициловая кислота SSA («Fluka») использовались без дополнительной очистки. Растворы ГК и производных салициловой кислоты готовились на деионизованной воде. В качестве тушителя использовали $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ («ЧДА», без дополнительной очистки). При приготовлении растворов использовались весы «Sartorius». Спектры поглощения ГК были получены на спектрометрах Shimadzu и Hewlett Packard 6041. Все эксперименты проводились при температуре $(22 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Спектры флуоресценции были получены на N_2 -лазерном импульсном строб-флуориметре ($\lambda_{\text{exc}} = 337.1 \text{ nm}$) [5]. Луч лазера проходил через кювету параллельно входной щели флуориметра. Диаметр лазерного луча составлял 3 мм. Расстояние от центра лазерного луча до стенки рабочей кюветы, через которую регистрировалось флуоресценция, составляло 0.5 см. Кювета заполнялась раствором таким образом, что мениск отсутствовал.

Эффективность тушения флуоресценции определялась величиной константы тушения Штерна-Фольмера $K_{\text{ШФ}}$ из соотношения

$$I_0 / I = 1 + K_{\text{ШФ}}[\text{Cu}^{2+}] \quad (1)$$

В (1) I_0 и I – интегральные интенсивности флуоресценции ГК или производных салициловой кислоты при $[\text{Cu}^{2+}] = 0$ и $[\text{Cu}^{2+}] \neq 0$ соответственно [6]. Величина I определялась по формуле

$$I = I_{\text{экс}} \cdot (1 - 10^{-\text{OD}_{\text{abs}}})^{-1} \cdot 10^{\text{OD}_{\text{em}}} \quad (2)$$

В (2) $I_{\text{экс}}$ – экспериментально наблюдаемая интегральная интенсивность флуоресценции флуорофоров. Последние два множителя – поправки на эффект внутреннего фильтра при поглощении возбуждающего света и испускании света флуоресценции соответственно. OD_{abs} – величина оптической плотности на $\lambda = 337.1 \text{ nm}$. OD_{em} – величина оптической плотности на длине волны флуоресценции λ_i при длине оптического пути 0.5 см в спектральном диапазоне $\lambda = 350 \div 650 \text{ nm}$. При определении величины $I_{\text{экс}}$ учитывался вклад интенсивности флуоресценции водных растворов NaOH и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Константу скорости тушения флуоресценции K_g определяли из соотношения

$$K_g = K_{\text{ШФ}} / \tau_0 \quad (3)$$

В (3) τ_0 – время жизни флуоресценции исследуемой молекулы в отсутствие тушителя [6].

Результаты и обсуждение

На рис.1 представлены экспериментально наблюдаемые спектры флуоресценции образцов ГК при добавлении ионов Cu^{2+} . Как видно из представленных данных, увеличение концентрации тушителя приводит к уменьшению интенсивности флуоресценции.

На верхней врезке рис.1 представлены зависимости Штерна-Фольмера, построенные по (1). Полученный тангенс наклона (константа Штерна-Фольмера $K_{шф}$) составляет 4300 литр/мол. Используя значения полученных $K_{шф}$ для образцов фракций ГК и воспользовавшись данными по временам жизни флуоресценции ГК $\tau_0 \sim 3$ нс [7], по (4) можно вычислить константы скорости тушения флуоресценции K_g . Величина K_g составила $1.4 \cdot 10^{12}$ л/мол*сек. Полученная величина K_g заметно превышает диффузионную константу скорости тушения флуоресценции для случая динамического тушения в воде ($\sim 10^{10}$ л/мол*сек [13]). Такое превышение означает наличие статического тушения [13]. В этом случае константу тушения Штерна-Фольмера можно считать константой связывания или константой комплексообразования [8]. Таким образом, полученные константы Штерна-Фольмера, можно считать константами комплексообразования и полагать, что макромолекулы ГК образуют комплексы с ионом $[Cu^{2+}]$. На наличие констант скорости тушения, превышающих диффузионные, при тушении фульфокислот ионом меди указывалось ранее в [9].

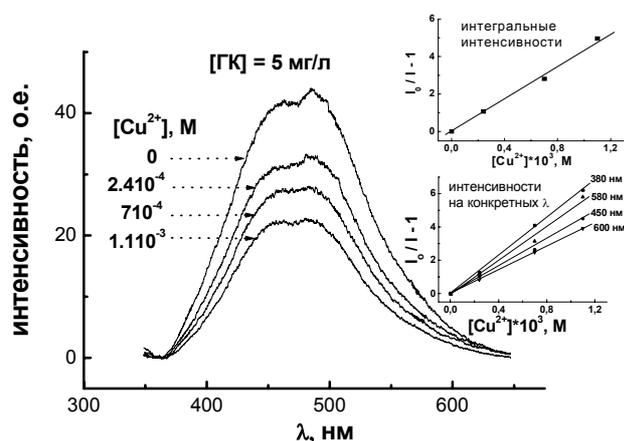


Рис. 1.

На нижней врезке рис.1 представлены спектральные зависимости эффективности тушения $K_{шф}$. Как видно из приведённых данных, наблюдается зависимость $K_{шф}$ от λ .

На рис.2 а, б представлены экспериментально наблюдаемые спектры флуоресценции образцов SS и SSA при добавлении ионов Cu^{2+} . Зависимости Штерна-Фольмера, построенные по (2), показали удовлетворительные линейные зависимости. Полученные тангенсы наклона этих зависимостей ($K_{шф}$) составили 600 M^{-1} и 250 M^{-1} для образцов SS и SSA соответственно. (Здесь отметим, что в ранее в [10] при определении констант Штерна – Фольмера был допущен промах, заключающийся в неправильном учёте множителя $(1 - 10^{-OD_{abs}})^{-1}$ в формуле (2), что привело к некорректным величинам I и, соответственно, величинам $K_{шф}$). Оценка констант скорости тушения по (4) с учётом того, что $\tau_0 \sim 4.2$ нс [19] даёт величины $1.43 \cdot 10^{11}$ л/мол*сек и $6 \cdot 10^{10}$ литр/мол*сек для образцов SS и SSA соответственно. Полученные значения также превышают диффузионные и свидетельствуют о

статическом механизме тушения и, соответственно, об образовании комплексов $\{\text{ПСК} - \text{Cu}^{2+}\}$.

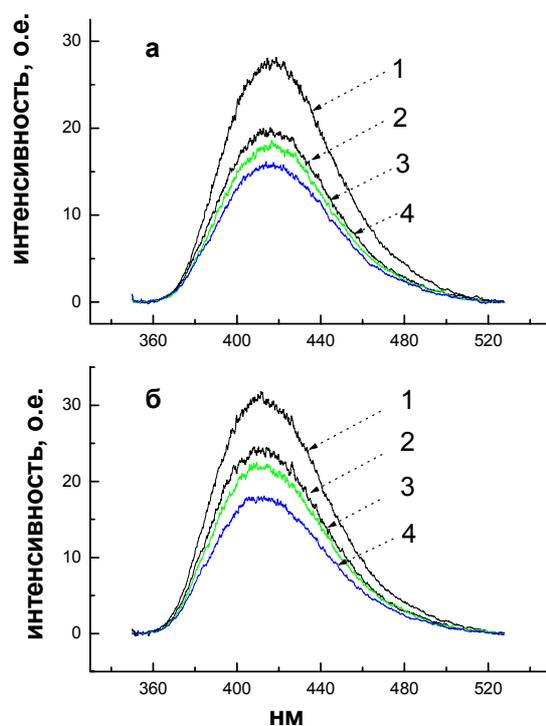


Рис.2. Спектры флуоресценции образцов ПСК. SS - а. $[\text{SS}] = 10^{-4} \text{ M}$. $[\text{Cu}^{2+}] = 0$ (1); $[\text{Cu}^{2+}] = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ (2); $[\text{Cu}^{2+}] = 7 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ (3); $[\text{Cu}^{2+}] = 1.1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ (4). SSA - б. $[\text{SSA}] = 10^{-4} \text{ M}$. $[\text{Cu}^{2+}] = 0$ (1); $[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-3} \text{ M}$ (2); $[\text{Cu}^{2+}] = 1.65 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ (3); $[\text{Cu}^{2+}] = 3.3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ (4).

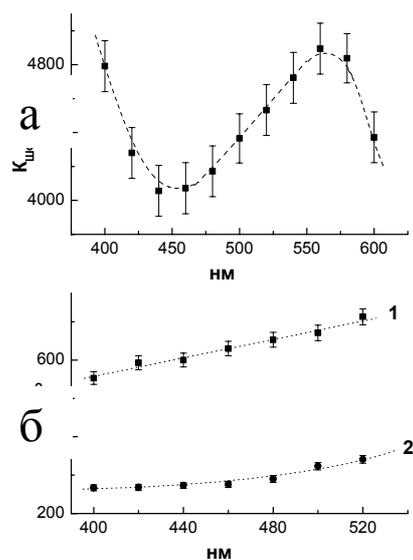


Рис.3. Спектральные зависимости констант Штерна – Фольмера $K_{\text{ШФ}}$ образцов образцов ГК (а) и производных салициловой кислоты (б). Образец SS – 1; образец SSA – 2.

На рис.3 представлены спектральные зависимости эффективности тушения образцов SS и SSA $K_{\text{ШФ}}$. Как видно из приведённых данных, спектральные зависимости $K_{\text{ШФ}}$ линейны и при этом несколько отличаются друг от друга. Для образца SSA спектральная зависимость эффективности тушения от λ практически отсутствует ($K_{\text{ШФ}} = \text{const}$), а для образца SS наблюдается тенденция к увеличению эффективности тушения с увеличением длины волны λ . Независимость $K_{\text{ШФ}}$ от λ (для образца SSA) означает, что все спектральные компоненты контура (если их более одной) претерпевают одинаковое тушение. Слабая линейная зависимость $K_{\text{ШФ}}$ от λ для образца SS, по-видимому, является следствием того, что при добавлении Cu^{2+} к водному раствору SS кроме тушения спектр флуоресценции SS претерпевает слабый сдвиг в область коротких длин волн. Действительно величина M_1 (первый момент спектра) при $[\text{Cu}^{2+}] = 0$ составляет 425 нм, в то время как при $[\text{Cu}^{2+}] = 5 \cdot 10^{-3} \text{M}$ величина $M_1 = 423.6 \text{ nm}$.

Итак, спектральные зависимости $K_{\text{ШФ}}$ для растворов модельных молекул монотонны, а для растворов ГК не монотонны, что является принципиальным различием. Это различие допускает единственную интерпретацию: в модельных молекулах сайты с хромофорами, испускающими флуоресценцию имеют только один химический тип флуорофоров и (или) только один тип стерических факторов, в то время как в образцах ГК благодаря свойству полидисперсности эти структурные параметры отличаются друг от друга.

Список литературы

1. Stevenson F.J. *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions* 2nd Ed, Wiley, New York. 1994.
2. Senesi N.; Miano T.M.,; Provinziano M.R, Brunetti G. *Characterization, differentiation and classification of humic substances by fluorescence spectroscopy.* // *Soil Science*, 1991, 152, №4, 259-271.
3. Лаврик Н.Л. Изучение полидисперсных свойств молекул гуминовых кислот с помощью люминесцентной спектроскопии. // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2003, Т.11(5), С.716-720.
4. Лаврик Н.Л., Муллоев Н.У. Метод изучения полидисперсности гуминовой кислоты по тушению флуоресценции ионами Cu^{2+} . // *Журнал прикладной спектроскопии*. 2011, Т. 78, № 5, с. 757-763.
5. Lavrik N. L., Avgustinovic I .A. *Simple nanosecond fluorometer based spectrometer DFS-12.* // *Zhurnal fizicheskoi khimii* 1986, 54, 1216-18 (in Russian).
6. Lakowicz J.R. *Principles of Fluorescence Spectroscopy, Third Edition*, Springer, Amsterdam, 2006.
7. Che, S., Inskeep W.P., William, S.A., Callis P.R. *Fluorescence lifetime measurements of fluoranthene, 1-naphtol and napropamide in the presence of dissolved humic acid.* // *Environ.Sci.Technol.* 1994, 28, 1582-86.
8. Ryan, D. K.; Weber J. H. *Copper (II) complexing capacities of natural waters by fluorescence quenching.* // *Environ. Sci. Technol.* 1982, 16, 866-72.

9. Piana M. J., Zahir K.O. Investigation of metal ions binding of humic substances using fluorescence emission and synchronous-scan spectroscopy. // *Envir.Sci. Health.* 2002, 35, 87-102.

10. Лаврик Н.Л., Муллоев Н.У. Изучение комплексообразования моно и дианионов салициловой кислоты с ионом Cu^{2+} в водных растворах методом тушения флуоресценции. // *ХВЭ*, 2010, 44(2). - С.173-176.

НАЧИСЛЕНИЕ ШТРАФОВ ЗА ПРЕВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ (ПДК) В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРЕДПРИЯТИЯМ ТУЛЫ

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт Международной Академии наук по экологии,
безопасности человека и природы,
г. Тула

Постановлением Главы города Тулы № 1066 от 13.02.2006 определен порядок начисления штрафных санкций предприятиям за превышение ПДК в сточных водах. Расчет платы ведут путем перемножения трех величин: расхода воды на завод, количество превышений (максимальный коэффициент 3 и тариф за 1м^3).

Произвольно установленные ПДК приводят к высоким штрафным санкциям в денежном выражении. Маленький завод не может платить миллион рублей в год штрафных санкций. Это препятствует реконструкции очистных сооружений, так как на реконструкцию очистных сооружений после уплаты штрафа нет денег.

Высокие штрафы, накладываемые на заводы, объясняются очень жесткими предельно-допустимыми (ПДК) на сброс, предъявленными МУП "Тулагорводоканал". ПДК по железу 1,0 мг/л; по меди 0,008 мг/л; по цинку 0,05 мг/л; по кадмию 0,03 мг/л. Это более высокие требования, чем требования, предъявленные санитарными нормами и правилами к питьевой воде. В питьевой воде должно быть не более железа 1,0 мг/л; меди 1,0 мг/л; по цинку 1,0 мг/л; кадмия 0,03 мг/л.

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ В ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт Международной Академии наук по экологии и безопасности
человека и природы,
г. Тула

Перечень терминов, металлоконструкций, применяемых при проектировании согласно ГОСТ 4.253-80

1. Расчетные и нормативные нагрузки $\frac{H}{M^2}$ ($\frac{KGS}{M^2}$)
2. Расчетная температура воздуха, °C
3. Расчетная сейсмичность, балл
4. Расчетная влажность воздуха, с
5. Номинальные линейные размеры и отклонения от них, мм
6. Отклонения формы и расположения поверхностей элементов конструкции
 - не прямолинейность, мм
 - не плоскостность, мм
 - не перпендикулярность смежных поверхностей элементов, мм
 - не прямоугольность (разность длин диагоналей прямоугольных элементов), мм
 - эллиптичность (разность диаметров)
7. Расчетный сток службы здания и его элементов, год
8. Трудоемкость изготовления здания $\frac{\text{нормо - часы}}{M^2}$, $\frac{\text{нормо - часы}}{M^3}$
9. Трудоемкость монтажа здания $\frac{\text{нормо - часы}}{M^2}$, $\frac{\text{нормо - часы}}{M^3}$
10. Коэффициент унификации %
11. Расход материалов
 - сталь $\frac{KG}{M^2}$, $\frac{KG}{M^3}$
 - пиломатериалы (ДСП, ДВП, ФАНЕРА, приведенные к круглому лесу).
12. Транспортабельность здания, балл
13. Коэффициент точности технологических процессов
14. Приведенные затраты $\frac{руб}{M^2}$, $\frac{руб}{M^3}$
15. Показатель патентной чистоты.

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 магнезиального 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, магнезиальных полов различного назначения [1].

Известно, что вяжущие каустические магнезиты, в связи с высокой химической активностью оксида магния, при затворении растворами хлорида магния образуют искусственный хлормагнезиальный 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) магнезиевого производства ОАО "Корпорация ВСМПО–АВИСМА".

В результате исследования химического состава шлама установлены основные химические соединения, которыми являются MgO , MgCl_2 , KCl , и 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÷0,71). Это удовлетворительно согласуется с экспериментально установленным и практически используемым соотношением данных компонентов при формировании хлормагнезиальных цементов из товарных вяжущих каустических магнезитов и растворов хлорида магния плотностью 1,18 – 1,20 г·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 MgO, содержащегося в шламе, как одного из основных компонентов магнезиального цемента. Для исследования реакционной способности оксида магния использовали измельченный шлак магнезиевого производства ОАО "Корпорация ВСМПО–АВИСМА" (г. Березники) с высокой степенью усреднения и дисперсностью 100 – 200 мкм.

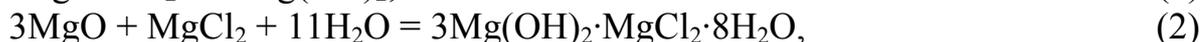
Оксид магния из шлама получали путем отмывания растворимых солей шлама водой при комнатной температуре с последующей сушкой полученного твердого остатка на фильтре ацетоном.

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 MgCl₂. Скорость твердения и прочностные характеристики магнезиального цемента резко возрастают при затворении MgO раствором MgCl₂ [4].

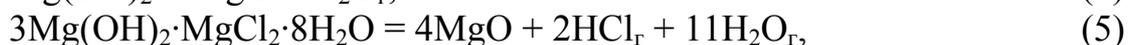
В связи с этим, реакционную способность MgO, выделенного из шлама, определяли по степени его гидратации (β, %) в системах MgO–H₂O и MgO–MgCl₂–H₂O, для чего реакционные смеси MgO с водой или раствором MgCl₂ плотностью 1,20 г·см⁻³ термостатировали при температурах 313, 333 и 353 К в течение различного времени, после чего реакционную массу отфильтровывали, промывали ацетоном и доводили до воздушно-сухого состояния. Количество воды в проведенных опытах отвечало постоянному массовому соотношению MgO : H₂O = 1:1,5. Для системы MgO – MgCl₂ – H₂O в данном количестве воды растворяли стехиометрическое количество MgCl₂ 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:

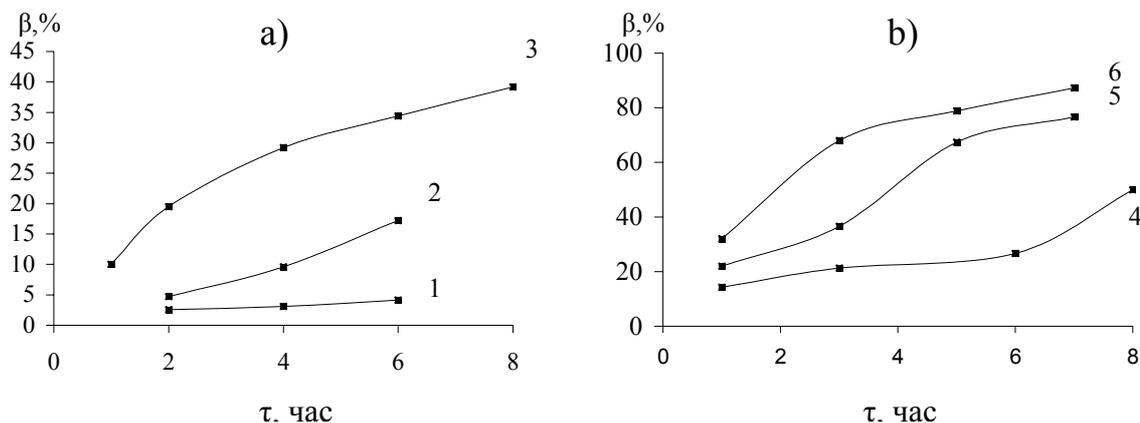


Экспериментальное значение степени гидратации рассчитывали по дериватограммам, для чего суммарные потери массы гидратированных образцов относили к стехиометрическим количествам продуктов следующих реакций термического разложения:



Расчет стехиометрических продуктов, образующихся по реакции (4) использовали в системе $\text{MgO-H}_2\text{O}$, а по реакции (5) – в системе $\text{MgO-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$.

Величина степени гидратации ($\beta, \%$) оксида магния, возрастающая с увеличением температуры, значительно выше для системы $\text{MgO-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$, что указывает на более высокую химическую активность MgO при затворении его раствором хлорида магния (рис.).



Зависимость степени гидратации MgO в системе $\text{MgO-H}_2\text{O}$ (a) и $\text{MgO-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ (b) от времени и температуры, К:
1,4 – 313, 2,5 – 333, 3,6 – 353

Расчитанные 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) ($K=3,077 \cdot 10^{-5}$).

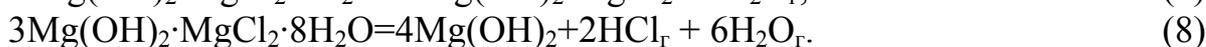
Для реакций (2) и (3) гидратации оксида магния с использованием теории регулярных растворов рассчитаны значения энтальпии (ΔH^0), энтропии ΔS^0 и энергии Гиббса (ΔG^0) образования кристаллогидратов $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (I) и $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (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⁻¹.

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 $\text{MgO-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$, 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 MgCl₂ плотностью 1,20 г·см⁻³ 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 $MgCl_2$ ($\rho=1,20 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$) при различном массовом соотношении Т:Ж.

Экспериментально установлено влияние массового соотношения MgO и водного раствора $MgCl_2$ (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 $MgCl_2$ 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 $Mg(OH)_2$ и $d = 0,240; 0,226$ и $0,198$ нм, соответствующих триоксигидрохлориду магния состава $3Mg(OH)_2 \cdot MgCl_2 \cdot 8H_2O$.

Кристаллогидратной формы пентаоксигидрохлорида магния состава $5Mg(OH)_2 \cdot MgCl_2 \cdot 2H_2O$ в образце магнезиального камня, сформированного из системы MgO -раствор $MgCl_2$, не обнаружено. Этот факт еще раз подтверждает, что наиболее термодинамически устойчивым является триоксигидрохлорид магния.

Таким образом, затворение MgO водным раствором $MgCl_2$ 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. *Луинов И.Н. Исследование состава и свойств магнийсодержащих металлургических шламов / И.Н. Луинов, А.С. Теплоухов, М.С. Ковель. ЖПХ. 2004. - Т. 77. - Вып. 2. - С. 206–209.*

4. Бергман А.Г. К вопросу о твердении хлормagneзиальных 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 породобразующих минералов* / С. Саксена. – М.: Мир. 1975. – 206 с.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ ПРЕССОВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

И.В. Николаев, И.Н. Липунов

Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург

Существующая проблема утилизации древесных отходов, образующихся в процессах механической и химической переработки древесного сырья, отходов производства термореактивных полимерных материалов и обезвреживания надсмольных вод производства фенолоформальдегидных смол, содержащих в своем составе высокотоксичные органические соединения, может быть решена, в частности, путем комплексной переработки данных техногенных образований.

Дисперсные древесные отходы, обладая сорбционной способностью по отношению к фенолу [1], которая обусловлена восстановительными свойствами поверхности дисперсной древесной массы и наличием карбоксильных и карбонильных групп в целлюлозе и лигнине, могут быть использованы в качестве твердофазного наполнителя при получении композиционных прессовочных материалов.

В качестве вяжущего компонента композиционной смеси можно использовать фенол и формальдегид надсмольных вод, которые обладают смолообразующими свойствами, а в качестве модификатора, улучшающего физико-механические свойства древесно-органического композита – измельченные отходы производства текстолита [2].

Используя полезные свойства данного вида промышленных отходов, нами разработан способ их комплексной переработки с получением прессовочного композиционного материала, обладающего свойствами масс древесных прессовочных и пригодного для изготовления деталей и изделий промышленного назначения методом горячего прессования [3].

Способ получения прессовочного композита основан на процессах адсорбции и вторичной поликонденсации смолообразующих компонентов надсмольных вод в присутствии дисперсных наполнителей в щелочной среде.

В настоящем сообщении изложены экспериментальные результаты, полученные авторами при установлении оптимальных параметров процессов адсорбции фенола дисперсным наполнителем, вторичной поликонденсации адсорбированного фенола и формальдегида надсмольной воды и сушки конечного продукта.

Экспериментальным путем найдены оптимальные условия ведения процесса вторичной поликонденсации, обеспечивающие, с одной стороны, высокую степень связывания смолообразующих компонентов надсмольных вод в присутствии дисперсного наполнителя, с другой стороны, получение прессовочной композиции, соответствующей основным физико–механическим показателям массам древесным прессовочным марки МДПО (ГОСТ 11368-79), получаемым из технологического сырья.

Установлено влияние гранулометрического состава дисперсного древесного наполнителя на величину адсорбции фенола и его остаточную концентрацию в надсмольной воде, величины гидромодуля (массовое соотношение жидкой и твердой фаз) и мольного соотношения смолообразующих компонентов.

При использовании древесного наполнителя дисперсностью 0,1÷5,0 мм максимальная адсорбция фенола (99,7 % по массе) имеет место при гидромодуле 3,0 и мольном соотношении $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} : \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, равном 1,9. При этом остаточное содержание в надсмольной воде фенола составляет $200 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Установлен оптимальный объем вводимых в реакционную смесь щелочных катализаторов (25 % раствора гидроксида аммония – 3,5 мл на 100 мл надсмольной воды и 40 % раствора гидроксида натрия – 4,2 мл NaOH на 100 мл надсмольной воды), наличие которых способствует протеканию процессов набухания и пластификации древесного наполнителя и, как следствие, увеличению адсорбционной активности древесного наполнителя по отношению к фенолу.

Введение в композиционную смесь измельченных отходов производства текстолита приводит к улучшению кинетики процесса вторичной поликонденсации и, как следствие, повышает показатель текучести композиционного материала.

Значение данного показателя для прессовочной композиции, содержащей текстолитовую крошку в композиционной смеси в количестве 20 % по массе, составляет по Рашигу 53 мм, а по приведенному диаметру – 129 мм, что значительно превышает аналогичный показатель для масс древесных прессовочных марки МДПО.

Добавление текстолитовой крошки в реакционную массу приводит так же к уменьшению содержания летучих веществ, величины водопоглощения и к увеличению механической прочности композиционного материала.

Исследование влияния температуры на протекание процессов адсорбции, поликонденсации и сушки показали, что устойчиво процесс формирования прессовочной композиции можно вести при температурах от 60 до 98⁰С. В пределах данного температурного интервала появляется возможность изменять значение температурного фактора на различных стадиях технологического процесса.

На основании полученных экспериментальных результатов и установления оптимальных условий получения композиционной смеси из промышленных отходов разработана рецептура ее приготовления.

Рецептура приведена в расчете на 1 м³ надсмольной воды: дисперсный наполнитель – 330 кг, в том числе, измельченные древесные отходы – 248 кг и текстолитовая крошка – 82 кг; 25 % раствор гидроксида аммония – 35 л; 40 % раствор гидроксида натрия – 42 л; гидромодуль 3 и мольное соотношение $\text{CH}_2\text{O}:\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} - 1,9$.

Рецептура позволяет получать качественный прессовочный материал в широком диапазоне изменения концентрации фенола в надсмольной воде.

Технологические режимы (температура, время пребывания компонентов в реакционной зоне аппарата, последовательность загрузки компонентов смеси, условия сушки получаемого продукта) каждой стадии технологического процесса приготовления композиционного материала отработаны на полупромышленной установке, на которой были наработаны опытные партии композиционного материала по приведенной выше рецептуре, отличающиеся только тем, что партия I получена с использованием в качестве твердофазного наполнителя древесных отходов, а партия II – с использованием смеси древесных отходов и текстолитовой крошки.

Физико-механические характеристики прессовочных композиций, полученных из техногенного сырья, не только не уступают, но по некоторым показателям и превышают аналогичные характеристики масс древесных прессовочных марки МДПО, производимые их технологического сырья (табл.).

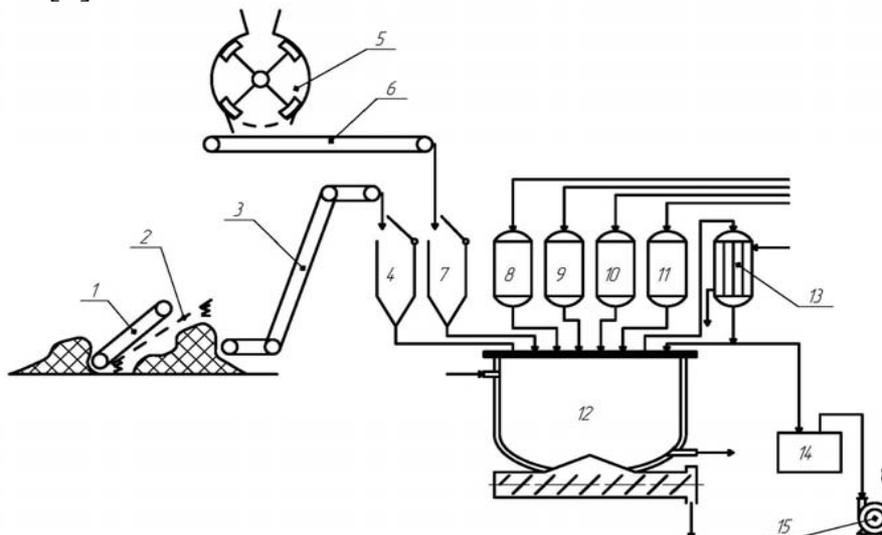
Физико-механические характеристики опытно-промышленных партий прессовочной композиции

Характеристики	Прессовочная композиция		МДПО
	I партия	II партия	ГОСТ 11368–79
Содержание летучих, % (по ГОСТ 5689-73, раздел 4)	8,69	7,02	7–11
Плотность, кг/м ³ (по ГОСТ 15139-69)	1380	1320	1300–1380
Водопоглощение, мг (по ГОСТ 4650-73)	379	333	не > 480
Разрушающее напряжение, МПа			
· при статическом изгибе (по ГОСТ 4648-71)	52,3	56,8	не < 50
· при сжатии (по ГОСТ 4651-68)	105,1	124,9	не < 100
Ударная вязкость, кДж/м ² (по ГОСТ 4647-69)	4,1	4,3	не < 4,0
Текучность по Рашигу, мм	46	53	-
Текучность по приведенному диаметру, мм	115	129	105

Все стадии технологического процесса получения прессовочной композиции, в том числе и сушка готового продукта, осуществляются в одном

технологическом аппарате. Процесс сушки осуществляется под вакуумом при остаточном давлении 0,1 атм. и температуре 60 °С.

Для осуществления технологии производства прессовочной композиции из техногенного сырья используется реактор-смеситель марки МРС-2Ш-3000, позволяющий получать композиционный материал высокой степени гомогенизации [4].



- Аппаратурно-технологическая схема комплексной переработки промышленных отходов: 1 - транспортер для подачи опила на вибрасито; 2 – вибрасито; 3 – транспортер для подачи опила в бункер-дозатор; 4 – бункер дозатор опила в реактор-смеситель; 5 – аппарат для измельчения отходов производства текстолита; 6 – транспортер для подачи текстолитовой крошки в бункер-дозатор; 7–бункер-дозатор текстолитовой крошки в реактор-смеситель; 8 – бак-дозатор надсмольной воды; 9 – бак-дозатор аммиачной воды; 10 – бак-дозатор раствора формалина; 11 – бак-дозатор раствора гидроксида натрия; 12 – реактор-смеситель МРС-2Ш-3000; 13 – конденсатор; 14 – сборник конденсата; 15 – вакуум-насос.

Разработана аппаратурно-технологическая схема комплексной переработки промышленных отходов (рисунок), позволяющая утилизировать техногенное сырье в качественный товарный продукт и обезвреживать токсичные фенолосодержащие сточные воды.

Список литературы

1. Липунов И.Н. *Переработка надсмольных вод на предприятиях Уральского региона* / И.Н. Липунов, М.В. Чарина, М.Д. Бабина. – Свердловск: ВСНТО, 1988. - 71с.
2. *Наполнители для полимерных поликонденсационных материалов. Справочник.* - М.: Химия. 1981. - 736 с.
3. Патент РФ на изобретение № 2299224. *Способ получения прессовочной композиции* //Старыгин Л.А., Липунов И.Н. Бюл. № 14 от 20.05.2007.
4. Патент РФ на полезную модель № 40011. *Смеситель* //Липунов И.Н., Теплоухов А.С. Бюл. № 24 от 27.08.2004.

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

НОВОЕ БЕЗОПАСНОЕ СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Р.Р. Искужина

Башкирский государственный университет,
г. Уфа

В настоящее время трудно представить сельское хозяйство без применения пестицидов. Пестициды являются основными средствами защиты растений и различных материалов от повреждений разнообразными организмами.

Вред, наносимый пестицидами живой природе, не поддается точной оценке. Опасность применения пестицидов может быть связана, как с загрязнением ими водоемов, почвы и других объектов окружающей среды, так и с возможным попаданием их остатков в пищевые продукты. Поэтому ведется постоянная работа по совершенствованию ассортимента применяемых пестицидов с целью уменьшения их вредного воздействия на окружающую среду. В связи с чем, в последние годы уделяется большое внимание созданию безопасных пестицидов, являющихся аналогами природных, естественных веществ [1].

В наших исследованиях с целью получения новых безопасных пестицидов была изучена биологическая активность пентаборатного комплекса, образованного в результате взаимодействия мочевины с борной кислотой в качестве фунгицидов и стимуляторов роста растений.

Бораты по своим токсикологическим свойствам относятся к веществам третьего класса опасности и не представляют экологическую угрозу при применении в разумных дозах. Также бор является важным микроэлементом, необходимым для нормальной жизнедеятельности растений [2]

В ходе исследований ставились следующие задачи: синтез пентаборатного комплекса и исследование его фунгицидной активности на зерновых культурах в лабораторных и полевых условиях, определение ростстимулирующей активности, также создание комбинированных препаратов пентабората с известным фунгицидом тетраметилтиурамдисульфидом (ТМТД).

Испытание фунгицидной и ростстимулирующей активности исследуемого соединения проводили в условиях лабораторных и полевых опытов в течение 2009 – 2011 гг.

Согласно полученным результатам первичных лабораторных испытаний, пентаборный комплекс обладал высокой фунгицидной активностью (Эффективность 80 – 90 %). Причем, как и ТМТД, пентабораты проявляли более сильные фунгицидные свойства по отношению к гниlostным грибам (*Fusarium* spp, *Helminthosporium* spp), чем к плесневым. Как известно,

наибольшую опасность для сельскохозяйственных культур представляют именно гнилостные грибы. Также по полученным данным весов проростков, исследуемые соединения (при изучаемых дозах) не оказывали угнетающего действия на пшеницу.

В полевых условиях были исследованы пентаборатные комплексы, полученные при разных соотношениях исходных реагентов борной кислоты и мочевины 1:2, 1:3, 1:4. Наилучшие результаты показало соотношение 1:4, при котором прибавка урожая составило 4-5 ц/га и высокая эффективность по отношению к корневым гнилям (90 %).

Результаты лабораторных опытов на ростостимулирующую активность показали увеличение массы и роста растений на 15-25 %.

Также в лабораторных экспериментах отмечена высокая эффективность комбинирования ТМТД с пентаборатным комплексом (ПБК), обеспечивающей повышение всхожести семян, эффективности против грибковых болезней и ростостимулирующей активности. Наиболее предпочтительными соотношениями ТМТД : ПБК в препарате составило 1:3 [3]. Применение данного комбинированного препарата позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения дозы ТМТД, а также повысит эффективность его использования.

Список литературы

1. Федоров Л. А, Яблоков А. В. Пестициды — токсический удар по биосфере и человеку. М.: Наука, 1999. -300 с.

2. Большой энциклопедический словарь. Химия.- М.: Большая Российская энциклопедия, 1998.-300с.

3. Искужина Р.Р., Галиахметов Р.Н., Мустафин А.Г. Снижение экологической опасности на основе ТМТД // Защита и карантин растений. 2012. № 6. С. 27-28.

ТЕХНОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

А.Н. Каримов

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы

Складируемые на хвостохранилищах и отстойниках неутилизованные промышленные отходы отличаются высоким содержанием целого комплекса тяжелых металлов – наиболее токсичных биогеохимически активных компонентов. По токсичности, присутствию в окружающей среде и промышленных отходах может быть выделена приоритетная группа тяжелых металлов (ТМ), среди которых свинец, медь, цинк, марганец, никель, кобальт, а также железо.

Как правило, существующие хранилища и площадки не приспособлены для хранения металлосодержащих отходов; в результате возникают источники

повторной эмиссии и техногенных полиметалльных аномалий. Поэтому особую значимость приобретают исследования техногенной трансформации и миграции тяжелых металлов в системе «промышленные отходы – почва».

С целью изучения техногенной трансформации пустынных и полупустынных ландшафтов в сфере воздействия Жезказганского медеплавильного завода и обогатительных фабрик нами проведены исследования закономерностей миграции вносимых в почву с промышленными отходами наиболее часто встречающихся в промстоках ТМ с поверхностным и внутрпочвенным стоком, в сущности заключающееся в исследовании отклика системы на миграционные процессы ($C=f(x,t)$), т.е. в характеристике изменения содержания металлов C в почве по глубине x и по времени t , трансформации отходов и механизмов перераспределения ТМ.

Для выявления радиальной миграции ТМ образцы почвы отбирались на территории заложенного полигона с илистым образцом мелкодисперсного материала разных глубин так, чтобы были охвачены все генетические горизонты в пределах верхнего полуметрового слоя почвенного профиля. Пробы спектрометрическим методом анализировали на содержание ТМ.

Проведенный анализ показал, что на долю в суммарном потоке тяжелых металлов Cu, Zn, Fe, Pb приходится около 65-70 %. По интенсивности миграции тяжелых металлов ведущие позиции занимают Zn, Cu, Pb, Ni и Co – элементы, характеризующиеся ярко выраженными металлическими свойствами.

Максимум потока наблюдается на начальных этапах выщелачивания (первые 3-4 месяца), здесь образец теряет около 10 % тяжелых металлов от их валового содержания.

Эти исследования позволяют получить данные о техногенных аномалиях, связанных с этими геосистемами на основе чего можно выработать рекомендации и адекватные меры по устранению или снижению их негативного влияния на ОС.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

М.И. Денисюк^{1,2}, О.В. Шуваева^{1,2}

¹ Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,

² Новосибирский государственный Университет,

г. Новосибирск

Солёные бессточные озёра представляют огромный интерес для специалистов различного профиля. Микробные сообщества экстремальных экосистем являются местами сосредоточения экологически и биотехнологически перспективных организмов, и интересны как модель прокариотных сообществ, существовавших на ранних этапах развития Земли.

Солёные озёра, кроме того, являются модельным объектом для исследования накопления органосодержащих осадков, при захоронении которых формируются уникальные геологические объекты и месторождения [1].

Изучение микроэлементного состава вод горько-соленых озер – важная задача как с точки зрения понимания закономерностей их формирования, так и с точки зрения их практического использования в бальнеологических и других целях. На данный момент данные о содержании микроэлементов в водах горько-соленых озер отсутствуют.

Целью данной работы являлась разработка подхода для определения микроэлементов в высокоминерализованных природных водах методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП АЭС) для проб с минерализацией выше 100 г/л.

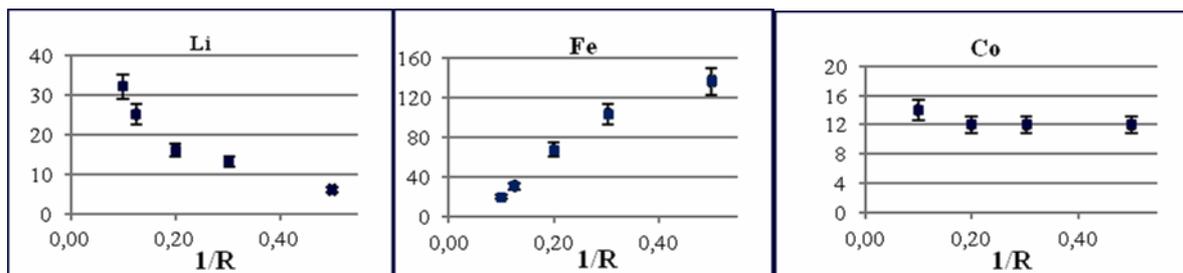
МВ в АЭС – это один из самых сложных вопросов, который является предметом пристального внимания исследователей. Матричные эффекты в ИСП АЭС связаны с процессами формирования аэрозоля, и его транспорта в плазму, с влиянием на параметры плазмы, а именно, концентрацию электронов и температуру, а также с образованием устойчивых соединений аналитов с макроэлементами, затрудняющих их последующую атомизацию и ионизацию [2].

До настоящего времени встречаются противоречивые данные, характеризующие влияние макроэлементов пробы на величины сигналов аналитов для ионных и атомных линий [3].

Самый простой прием снижения влияния матричных элементов на сигналы аналитов – разбавление пробы, однако его возможности ограничены, т.к. при больших разбавлениях концентрации микроэлементов оказываются ниже предела обнаружения метода, в то время как при малых разбавлениях наблюдается значительный матричный эффект

При изучении влияния матрицы на результаты определения микроэлементов мы применяли метод последовательных разбавлений пробы и метод внутренней стандартизации (ВС). Исследования проводились на модельных растворах хлорида натрия ($C_{Na}=100$ г/л) и на реальных пробах воды. Из микроэлементов наибольший интерес для исследования вызывали следующие элементы: Cd, Co, Cr, Cu, Li, Ni, Fe, Mn, Sr, Ti, V, Zn.

Полученные данные для модельных растворов, демонстрируют (рисунок), что матричные эффекты не зависят от типа линии, энергии возбуждения или ионизации; для разных групп элементов наблюдается либо снижение (Cd^{II} , Cr^{II} , Li^I , Ni^{II} , V^{II}), либо рост интенсивности аналитического сигнала (Fe^{II} , Sr^{II}) или очень слабое влияние (Co^{II} , Ti^{II} , Zn^I, Mn^{II}), в отсутствии ВС. В присутствии ВС наблюдается снижение (Li^I), рост интенсивности аналитического сигнала (Ni^{II} , Ti^{II} , Cu^I , Zn^I, Fe^{II}) и слабое влияние (Cd^{II} , Cr^{II} , Co^{II} , Mn^{II} , Sr^{II} , V^{II}). Для различных элементов в отсутствии и в присутствии последнего это влияние выражено по разному. Важно, что ВС позволяет корректировать эти влияния для достаточно большой группы элементов.

Зависимость $C_{\text{каж}}$ от разбавления пробы

При переходе к более сложным объектам, содержащих не один, а несколько макроэлементов, что типично для реальных природных вод, мы также обнаружили группы элементов, для которых характерно снижение или возрастание интенсивности аналитического сигнала и группа элементов, для которых это влияние выражено слабо. Стоит заметить, что в отсутствии и присутствии ВС мы также наблюдали различный характер поведения. Важно то, что ВС не позволяет учесть влияния для всех элементов.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно полагать, что, для каждого типа исследуемых вод матричные эффекты носят свой специфический характер, по этой причине для коррекции последних следует ориентироваться на унифицированный подход.

Из анализа зависимостей $C_{\text{каж}}$ аналита от величины, обратной разбавлению пробы при последовательном разбавлении, видно, что в принципе для ряда элементов они могут быть аппроксимированы линейной функцией.

По причине отсутствия адекватных стандартных образцов состава и стандартизованных методик определения микроэлементного состава для вод с высокой минерализацией, корректность применяемого подхода контролировали методом «введено-найдено».

При экстраполяции этих эмпирических зависимостей к бесконечному разбавлению были рассчитаны значения $C_{\text{ист}}$ для всех изучаемых в данной работе микроэлементов (таблица). Для большинства элементов наблюдается удовлетворительное согласие результатов.

Концентрации микроэлементов, найденные эмпирическим подходом

Концентрация микроэлементов, мкг/л											
Модельные растворы хлорида натрия											
Элемент	Cd	Co	Cr	Fe	Li	Mn	Ni	Sr	Ti	V	Zn
$C_{\text{введено}}$	14	8	8,0	6,0	16	10	8,0	17	6,0	10	8,0
$C_{\text{найдено}}$	14±3,0	9,1±2,0	7,3±1,1	7,4±1,3	32±5,0	12±1,4	10±2,2	58±8,4	4±1,2	9±1,4	5±1,0
Проба воды оз. Б. Яровое											
$C_{\text{введено}}$	12	11	8	6	8	10	10	10	7	9	8
$C_{\text{найдено}}$	13±4,0	11±2,1	6±1,4	59±5,3	37±2,9	12±1,5	8±2,1	5,5±1,5	5±1,1	7±1,0	44±4,3

Преимущество эмпирического подхода: при низких концентрациях м/э в пробе использование меньших разбавлений, благодаря чему достигается большая чувствительность определения.

Таким образом, на данном этапе исследований можно говорить о принципиальной возможности применения эмпирического подхода для определения микроэлементов в пробах высокоминерализованных вод.

Список литературы

1. А.В. Брянская О.П. Таран, В.А. Симонов и др. *Геохимическая и микробиологическая характеристика соленых экосистем Новосибирской области // Интеграционные проекты СО РАН.* – Новосибирск:Изд-во СО РАН, 2010. – с. 171-184
2. *Спектральный анализ чистых веществ поз ред. Х.И. Зильберштейна.* С. П., «Химия», 1994. – с. 89-133.
3. Jose' Luis Todoli', Luis Gras, Vicente Hernandis and Juan Mora, *Elemental matrix effects in ICP-AES // Review JAAS - 2001, №17.- P. 142-169.*

ОПАСНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Н.Н. Афанасьева, Т.Н. Козлова
Тульский государственный университет,
г. Тула

В настоящее время проблема электромагнитной безопасности и защиты окружающей природной среды от воздействия электромагнитного поля (ЭМП) приобрела большую актуальность и социальную значимость, в том числе на международном уровне.

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В ближайшем будущем можно ожидать только еще большее нарастание использования технических средств, генерирующих электромагнитную энергию в окружающую среду.

Уже сейчас мировой общественностью признано, что **ЭМП искусственного происхождения** является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, но его резкое значительное повышение (в историческом аспекте) вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных

возможностей организма; длительное воздействие этого фактора может привести к их истощению, что, по прогнозам, повлечет необратимые последствия на системном уровне.

За все время существования планеты ни биосфера, ни человек не знали искусственных электромагнитных волн. Особенно тревожным является факт нарастания уровня электромагнитного фона в среде жизнедеятельности человека.

Среда обитания человека до предела насыщена вредными излучениями, среди которых лишь небольшая часть приходится на магнитные поля промышленной частоты (50 Гц). Ученые многих развитых стран пришли к выводу считать вредным для здоровья человека интенсивность магнитного поля, превышающую 0,2 мкТл. Однако ежедневно на бытовом уровне приходится сталкиваться с гораздо большими величинами этой интенсивности.

Например, среднее значение полевой магнитной напряженности в пригородных электропоездах составляет 20, в трамваях и троллейбусах – 30 мкТл, а в вагонах городской подземки зашкаливает за 150-200 мкТл. Это означает, что человеку приходится сталкиваться с превышением допустимого уровня облучения до 1000 раз и более!

Воздействие электромагнитного излучения бытовой техники тоже далеко не безобидно. Так, генерируемое телевизором магнитное поле достигает 2 мкТл, которое постепенно затухает с удалением от прибора. Величина полевой магнитной напряженности на расстоянии 20-30 см от передней панели кухонной плиты составляет 1-3 мкТл. Плотность магнитных потоков на расстоянии 30 см от дверцы СВЧ-печи - около 8 мкТл. Интенсивность электромагнитного излучения пылесоса достигает 100 мкТл.

Рекорд же по части невидимых вредных выбросов промышленной частоты принадлежит электробритвам и фенам. Интенсивность магнитного поля бритв может достигать до 1500 мкТл на расстоянии 3 см, а фенов – до 2000 мкТл!

Влияние этих излучений способно нарушить биоэнергетическое равновесие человеческого организма. Развивается синдром хронической усталости, появляются сонливость и тревожные состояния. Весьма болезненно реагируют на излучения люди с ослабленным иммунитетом, заболеваниями сердечно-сосудистой системы, гормональной и центральной нервной системы, аллергии. Особую опасность оно представляет для детей и беременных.

Проведенное шведскими учеными исследование показало, что люди, особенно дети, живущие в условиях постоянного воздействия магнитного поля (более 0,1 мкТл!), в 3 раза чаще других болеют лейкемией. Это подтверждают и британские ученые, обнаружившие связь между воздействием электромагнитных излучений и возникновением лейкозов у детей. В Международной научной программе Всемирной Организации здравоохранения по биологическому действию электромагнитных полей (1996-2000 гг.) особо подчеркивается, что медицинские последствия, такие как заболевания раком, изменения в поведении, потеря памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера и ряд других являются результатом воздействия электромагнитных полей.

Технологическое развитие информационного общества привело к тому, что в условиях постоянного воздействия ЭМП находится значительная часть экосистем не только в условиях городов, но и на прилегающих к городам территориях, а также локально в практически незаселенных человеком местах, но заполненных представителями флоры и фауны.

Множество опубликованных экспериментальных работ показывают, что ЭМП является весьма чувствительным фактором для всех элементов экосистем от человека до простейших.

Подавляющее число исследований обнаруживает высокую чувствительность различных микроорганизмов к достаточно слабым полям. Воздействие ЭМП на насекомых свидетельствует о том, что этот фактор может вызывать изменения в поведении, действуя на уровне информационных отношений между особями, оказывать влияние на некоторые физиологические характеристики (обмен веществ, рост и развитие). Особо следует отметить, что значительная часть представителей фауны, в отличие от человека, обладает прямыми рецепторами ЭМП и использует естественные ЭМП для поддержания нормальной жизнедеятельности. Такие виды являются наиболее уязвимыми в ситуации электромагнитного загрязнения.

Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих растений. Влияют на рост, развитие и размножение растительных объектов. Что же касается истинно генетических последствий, то однозначного ответа специалисты пока не дают.

Решение проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды является комплексной задачей, затрагивающей социальные и экономические интересы различных отраслей и ведомств, требующей междисциплинарных подходов и привлечения специалистов разного профиля. Предполагается, что основное внимание должно быть уделено изменению структурных особенностей электромагнитных полей и достижению их гармонии с живыми организмами. Поэтому в основе проектирования технических систем должен лежать принцип соответствия полей искусственных систем полям природных систем.

Список литературы

1. Влияние бытовых приборов на здоровье человека / Копылова М. Ю., Литикина М.В., Никулина Т.В. и др. // *Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: 6 всерос. науч.-практ. конф., 17-18 февр. 2005 г.: сб.ст. Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006. С.130-133.*

2. Паньков И.В. *Электромагнитное загрязнение окружающей среды // Современные проблемы технических наук: сб. тез. докл. Новосиб. межвуз. науч. студ. конф. «Интеллектуальный потенциал Сибири», Новосибирск, 19-20 мая 2004 г. Ч.2. Новосибирск: ИГАСУ, 2004. С. 73.*

3. Удалова Д.А., Арбузов В.В. *Магнитные поля – угроза здоровью // Мед. экология: V междунар. науч.-практ. конф., 29-30 июня 2006 г.: сб. ст. Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006.*

4. Шарохина А.В. Электромагнитное поле в быту // *Материалы докладов первой Всерос. молодежной науч. конф. «Тинчуринские чтения» / Под общ. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. Ю.Я. Петрушенко. В 2 т. Т. 2. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. С. 161-163.*

ВЕЧНЫЙ ОГОНЬ И «ПОЖАЛУЙСТА»

А.Г. Кудрин
ООО «РЕЭО»,
г. Благовещенск

О находках хранилищ вечного огня у древнего человека. О памяти и смысле некоторых слов, напоминающих вредные мании у человека, человека в многонациональном государстве и некоторых приверженцев стимуляции избранных, а не всех людей общества. О опасности вымирания всего живого при неправильном к нему отношении.

Когда-то давно у первобытного человека не было ни спичек, ни зажигалок и ему было проще поддерживать длительно огонь, чем многократно разводить костер. В настоящее время подобное осталось только в ритуалах. О кострах с вечным огнем напоминают находки и раскопки рукотворных из глины, окаменевших во времени окаймлениях кострищ (фото 1,2,3,4). Память сохраняют и некоторые слова человеческой речи. Если правильно переосмыслить слово «пожалуйста», то его можно понимать следующим образом: «пожалуй сто». В самом деле, пожалуй сто грамм алкоголя могут развеселить и убрать вредный стресс, сохранить здоровье. К сожалению, многократно увеличенная порция сто грамм алкоголя породила алкоголизм, пьянство, запои и сопровождающие в последующем деградацию человеческой личности. Некоторые для искоренения защитников богатой недрами в вечной мерзлоте земли под именем, или по благу спаивают население, продают паленую водку и другое, вызывающее у человека опасные для здоровья мании. Подобные привычки все шире охватывают население, становятся даже ритуальными, типа, на посошок, стременную и т.д.! Подобному более подвергнуто население северных районов потому, что в силу природных условий они имеют мало, или совсем не имеют в организме акогольдегидрогеназы. Существует поговорка: «с кем поведешься от того и наберешься». По-видимому, водиться можно со всеми, но набираться только хорошего. Есть люди, которые не осознанно думают, что делают хорошее, а на самом деле творят плохие дела. В том случае, когда они понимают, что делают плохое, это уже хорошо, но желательно делать и учить хорошему. Пропаганда здорового образа жизни это полезный удел старшего поколения. В настоящее время существуют способы для избавления от плохих привычек в бытовых условиях.



1. Внешний вид места на реке Зея, недалеко от слияния с Амуром, где обнаружены останки древнего хранилища для огня



2. Рукотворные камни из окаменевшей глины для обкладывания очага с огнем.
Родоначальник глино- дуб



3. Камни в распиле из окаменевшей голубой глины, найденные на реке Зея и красно-коричневой глины –на реке Амур



4. модель предполагаемого древнего очага для хранения огня

Материал.

Окаменевшая глина из трех древних хранилищ огня предполагаемого древнего человека, найденных на берегах рек Амура и Зеи.

Методика.

Визуальная и физическая оценка окаменевшей глины. Изучение формы построения очага

Результаты.

форма и физические параметры находок на реках Амур и Зея в Амурской области, предположительно соответствуют ложе, выложенному из глины для древнего хранилища огня. Глина за длительное время окаменела.

Обсуждение результатов и выводы.

Очень многое в прошлом забыто и преподносится, как новое. В ряде случаев новое, это давно забытое старое. Не все летописцы правильно преподносят исторические факты, роль человеческой, вулканической деятельности, ограничиваются информацией только об одной в прошлом цивилизации на земле. Найденные окаменевшие, изготовленные из глины различных цветов ложе хранилищ вечного огня напоминают о существовании последней цивилизации. Овладение огнем позволяли человеку выживать при похолодании. Можно предполагать, что обледенение, к которому мы приближаемся повторяется. Обледенение земли, спровоцированное повышенной вулканической деятельностью может ускорить обледенение планеты. О многих цивилизациях в прошлом напоминают пирамиды Хиопса, следы деятельности разумных существ на других планетах. Желтеющий марс с его искусственными каналами, следами воды и многое другое, доказывают многократные естественные изменения на планете. Улетучивание атмосферы, в том числе и с земли, изменение размеров живого мира. Существуют различные виды жизнедеятельности. По одним источникам литературы это симбиоз, а по другим - паразитирование. Такие явления характерны как простейшим,

многоклеточным живым организмам, так и человеку. Вооружившись ложными знаниями о разном прошлом некоторые обманывают доверчивых людей и изображают из себя ложных богов на земле при жизни человека. Даже библейские учения отрицают существование богов на земле. Человек на земле сам себе предоставлен. Поэтому творение хороших и плохих дел продукт самого человека. Преподнося и провоцируя плохие примеры, в частности, алкоголизм, наркоманию, различные токсикомании под именем лжебогов на земле можно ускорить деградацию, гибель человека, населяющего землю. Современные технологии позволяют проводить как профилактику так и лечение маний и подобных заболеваний у человека в домашних условиях. Примером может служить применение шунгита и его разновидностей (молодой и т.п.)

Выводы:

1. На земле существовали несколько цивилизаций.
2. Современные технологии позволяют проводить профилактику и лечение плохих зависимостей организма человека и исключают деградацию личности.
3. Одним из средств для лечения и профилактики заболеваний человека может быть использован шунгит молодой и слабоионизированная среда, создаваемая им.

Список литературы

1. <http://anomalia.kulichki.ru/text8/921.htm> / *Магическая сила огня.*
2. <http://www.examens.ru/otvet/3/11/240.html>
3. <http://narkologsamara.ru/index.php/poleznaistati/133-2011-11-01-09-31-28>
/ *Понятие алкоголизма.*
4. <http://www.dissercat.com/content/institutsionalizatsiya-sotsialno-i-profilaktiki-obshchestvenno-opasnykh-zabolevanii-v-rossii>
5. <http://ru.wikipedia.org/> *Алкогольдегидрогеназа.*
6. <http://cosmos-and-astronomy.ru/planets/83-planet-mars.html> / *Планета Марс.*
7. Кудрин А.Г. *Взаимодействие замерзающей воды с предметами материального мира на земле.* / в сб. *Приоритетные направления развития науки и технологий.* – Изд-во. «Инновационные технологии», Тула. – 2011.
8. <http://vocabulary.ru/dictionary/18/word/simbioz-symbiosis> / *Симбиоз.*
9. <http://ru.wikipedia.org/> *Паразитизм.*

К ВОПРОСУ ПРОФИЛАКТИКИ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ

И.Г. Конкина*, О.А. Князева**, Ю.И. Муринов*

*ФГБУН Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,

**Башкирский государственный медицинский университет,

г. Уфа

По оценкам ВОЗ, глобальная смертность от рака к 2030 году возрастет на 45% по сравнению с уровнем 2007 года (с 7,9 миллиона до 11,5 миллиона случаев смерти). За этот же период времени число новых случаев заболевания раком возрастет с 11,3 миллиона в 2007 году до 15,5 миллиона случаев в 2030 году. Заболеваемость злокачественными опухолями в России увеличивается на 1,5 % ежегодно. Треть россиян, у которых выявляют рак, умирают в течение года после диагноза.

Известно, что живой организм успешно справляется с возникающими патологическими клетками при нормальном функционировании иммунной системы. Т.е., коррекция иммунной системы является, очевидно, важнейшим звеном в профилактике онкозаболеваний. Необходимое сочетание цитотоксического действия и иммуномодулирующих свойств наблюдается у ряда координационных соединений переходных металлов. Эти соединения вызывают интерес исследователей и как токсичные субстанции, представляющие опасность для окружающей среды, и как эссенциальные ингредиенты, необходимые для функционирования живых организмов. Они способны корригировать показатели иммунитета, выступать кофакторами онкобелков, регулировать активность онкогенов, рост и развитие опухолевых клеток [1-3].

Иммунная система подвергается воздействию многочисленных факторов окружающей среды. Характерное для многих состояние хронического стресса приводит к развитию дисбаланса иммунной системы. Проведенными экспериментами *in vivo* при стрессорных нагрузках у животных было показано восстановление показателей иммунной системы, а также ЦНС под действием исследуемых координационных соединений и в данных случаях [5]. Ряд соединений биометаллов успешно используются в настоящее время в качестве нутрицевтиков, они не являются токсичными для человека. Композиционный препарат на их основе успешно проявил себя в многочисленных экспериментах, связанных с развитием онкогенеза.

Список литературы

1. Кудрин А.В., Громова О.А. *Микроэлементы в иммунологии и онкологии*. М.:ГЕОТАР-Медиа, 2007, 544 с.
2. Kishu Tripathi . // *Asian J. Research Chem.* 2009, 2(1), 14-19.
3. Конкина И.Г., Иванов С.П., Князева О.А., Муринов Ю.И. // *Хим.-фарм. журн.* 2002, 36, 18-21
4. Sasaki T., Takasuka N.. // *Carbohydr. Res.*, 1976, 47, 99.

5. Конкина И.Г., Князева О.А. Уразаева А.И. Муринов Ю.И. Координационные соединения металлов корректируют показатели ЦНС при депрессии у мышей. Сб. докладов Всеросс. научн. конф. «Совр. проблемы химической науки и образ» Чебоксары, 19-20 апреля 2012 г. С. 141-142.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДУХА НА БЕНЗОЗАПРАВОЧНЫХ И ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Е.А. Семендяев, Л.С. Беляева, Р.Р. Невьянцева
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»,
г. Уфа

В настоящее время на дорогах заметно увеличилось количество автомобилей. В связи с этим возросла необходимость строительства автозаправочных станций (АЗС). В городах наиболее распространенными являются АЗС, заправляющие автотранспорт традиционными сортами углеводородного топлива – бензином и дизельным топливом (бензозаправочные станции). Менее распространенными являются автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС), где осуществляется заправка сжатым природным газом (CNG) и автомобильные газозаправочные станции (АГЗС) с заправкой сжиженным нефтяным газом (LPG). Очевидно, что газ как автомобильное топливо, выгоднее, чем бензин, однако дефицит газовых заправок сдерживает желание водителей переходить на газ. Благодаря тем темпам, которыми сегодня развивается рынок газового оборудования, можно предполагать, что проблемы нехватки газовых заправок – это временное явление. В настоящее время во многих странах мира успешно действует национальные программы перевода автотранспорта, в первую очередь городского, на газомоторное топливо

В связи с наличием органических компонентов топлива одним из важных является проблема оценки влияния вредных веществ на атмосферу, в том числе на состояние воздуха вблизи автозаправочных станций.

Основными компонентами бензина являются углеводороды. Для повышения октанового числа бензин прямой перегонки смешивают с другими нефтепродуктами, а также добавляют вещества, увеличивающие его детонационную стойкость. С указанной целью к бензину прямой перегонки добавляют продукты каталитического крекинга, в которых высока доля разветвленных углеводородов и алкенов, а также продукты риформинга, содержащие ароматические соединения. Детонационную стойкость бензина увеличивают небольшие количества тетраэтилсвинца $Pb(C_2H_5)_4$, изменяющего характер горения топлива. Однако при его использовании в окружающую среду из выхлопных газов попадают чрезвычайно вредные для здоровья соединения свинца. Во многих городах России применение этилированного бензина запрещено. Эффективным является применение смеси бензина и этилового

спирта, где получение этилового спирта экологически оправдано наличием большого количества дешевого растительного сырья. К сожалению, в России применение кислородсодержащих добавок распространено мало. Регулируется в бензине и содержание летучих компонентов и, прежде всего, растворенного в нем бутана. В небольшом количестве в состав бензина могут входить вещества специального назначения, например, антиоксиданты, замедляющие процесс окисления алкенов бензина, ингибиторы коррозии и др.

Таким образом, АЗС является средоточием паров бензина, дизельного топлива и их составляющих: бензола; толуола, ксилола, этилбензола, предельных углеводородов, сероводорода. Источниками, выделяющими загрязняющие вещества на АЗС являются: резервуары с бензином, дизельным топливом, маслом, автозаправочные колонки и проливы при перекачке бензина из автозаправочных цистерн при заправке автотранспорта. Выброс паров топлива происходит из дыхательных клапанов, горловин баков, выхлопных труб автотранспорта. Анализ литературы показывает, что среди загрязняющих веществ на АЗС преобладают предельные углеводороды.

Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) – до 95 %. В состав газа могут входить также более тяжелые углеводороды – гомологи метана: этан, пропан, бутан, а также неуглеводородные вещества: водород, сероводород, диоксид углерода, гелий. Для облегчения транспортировки и хранения природного газа его сжимают, охлаждая при повышенном давлении.

Синтетическим топливом является пропанобутановая смесь, кратко называемая пропаном. Его получают из нефти и сконденсированных нефтяных попутных газов. Сжиженный газ “пропан-бутан” применяется не только как топливо в автотранспорте, но и для нужд бытового и промышленного сектора. Чтобы смесь оставалась жидкой, ее хранят и перевозят под давлением в 1,6 МПа. Газобаллонная аппаратура для сжиженного пропан-бутана отличается от обычного топлива технической особенностью и повышенными требованиями безопасности. По своим свойствам сжиженный углеводородный газ почти не отличается от сжатого природного газа: то же высокое октановое число, а также неплохие экологические и эксплуатационные показатели. В связи с тем, что пропан-бутана получают в 20-25 раз меньше, чем добывают природного газа, в целом на сжиженном газе работает вдвое меньше машин, чем на сжатом.

Сравнительный анализ показывает целесообразность перехода на различные виды газового топлива. Газ легко смешивается с воздухом и равномерней наполняет цилиндры однородной смесью, поэтому двигатель работает более ровно. Газовая смесь сгорает полностью, поэтому не образуется нагар на поршнях, клапанах и свечах зажигания. Газовое топливо не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, а также не смешивается с маслом в картере, не ухудшая, таким образом, смазочные свойства масла, что снижает износ поршней и цилиндров. Масло при работе двигателя можно менять реже, чем при заправке бензином, так как оно не разжижается и в меньшей степени подвергается загрязнению.

Все виды газового топлива менее опасны для окружающей среды, чем бензин. При сжигании газа объем выбросов вредных веществ в пять раз меньше, чем при сжигании бензинов. Газовое топливо сгорает полнее, поэтому концентрация оксида углерода в выхлопе газового двигателя в несколько раз меньше. Автомобиль на бензине выбрасывает в атмосферу сернистый газ, который образуется от сгорания сернистых компонентов топлива, и тетраэтилсвинец. В природном газе серы, как правило, нет, а поэтому в выхлопах газового двигателя нет ни сернистого газа, ни соединений свинца. Так же в отработанных газах бензинового двигателя из-за неполного сгорания топлива содержится оксид углерода (СО), токсичный для человека. Выделяющиеся оксиды азота вызывают образование смога и выпадение кислотных дождей. Природный газ почти не содержит азота, хотя некоторые оксиды азота могут быть сформированы из азота, присутствующие в воздушной смеси горения. И газовые и бензиновые автомобили выбрасывают в атмосферу определенное количество углеводородов. Но для здоровья человека опасны не сами углеводороды, а продукты их окисления. Двигатель, работающий на бензине, выбрасывает сравнительно легко окисляющиеся вещества – этил и этилен, а газовый двигатель – метан, который из всех предельных углеводородов наиболее устойчив к окислению. Поэтому углеводородный выброс газового автомобиля менее опасен. Таким образом, газ, как моторное топливо не только не уступает бензину, но и превосходит его по многим свойствам.

В экспериментальной части работы проводилось исследование воздуха вблизи АЗС и АГЗС на содержание бензина и ароматических углеводородов. Пробы воздуха отбирались на расстоянии 50 метров от заправок с подветренной стороны в течение трех дней. Анализ воздуха на бензин проводили на хроматографе «Кристалл-2000М», ароматических углеводородов – «Кристалл-5000.1». Анализ полученных результатов показал наличие достаточно большой концентрации паров бензина, которая в одной из проб превышала значение ПДК, присутствие ароматических углеводородов – бензола, толуола и этилацетата.

Анализ воздуха вблизи газовых заправок установил наличие метана в небольшой концентрации, также в некоторых пробах присутствие бензина, бензола и толуола в небольших количествах. Данный факт может быть обусловлен тем, что автомобили, работающие на газе, заводятся с помощью бензина, а также тем, что данные вещества могут присутствовать в воздухе в виде фона из-за автомобильных выбросов.

Сравнение результатов измерений, проведенных для проб воздуха вблизи шести АЗС и двух АГЗС, позволило установить, что среднее содержание по бензину, бензолу и толуолу для АГЗС гораздо ниже по сравнению с содержанием вблизи АЗС: в 5,6; 10 и 1,4 раза соответственно.

Таким образом, в связи с развитием научно-технического прогресса и большей экологичностью газовых топлив более целесообразным является перевод автомобильного транспорта на газовое топливо, что в свою очередь требует усовершенствования технической и аппаратурной базы и улучшение свойств топлива.

ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ (ТАЛОЙ) ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Н.Л. Лаврик

Институт химической кинетики и горения им. В.В.Воеводского СОРАН,
г. Новосибирск

Состояние качества питьевых вод является в настоящее время одним из важнейших задач современной экологии. Поэтому не случайно в литературе систематически обсуждаются вопросы доочистки водопроводной воды с помощью бытовых фильтров, либо качества бутилированных вод (см. напр. [1]). В частности, в работе [1] делается заключение, что указанные варианты потребления воды не решают проблему. По мнению автора [1], каждый человек должен чистить воду сам (!), а государство должно обеспечить его простым, дешевым и эффективным инструментом, гарантирующим эффективную очистку даже высокозагрязненных природных вод.

Таким инструментом мог бы быть аппарат по производству перекристаллизованной (талой) воды. В основу работы такого аппарата заложен естественный природный процесс – очистка воды от примесей с помощью метода перекристаллизации. (Подразумевается, что аппарат производит не полную заморозку воды; полученный лёд плавится и в результате получается талая вода. При этом не замёрзшая часть воды автоматически сливается). В чём же достоинства талой воды?

О многочисленных положительных биологических свойствах талой воды за последние 50 лет написано не мало [достаточно набрать в Поисковике словосочетание «талая вода»]), но систематического изучения этого вопроса до последнего времени не было. Лишь относительно недавно, стали выполняться работы, посвящённые направленному изучению физико-химических и биологических свойств талой воды. Ниже приводится список этих работ.

1. Лаврик Н.Л., Дульцева Г.Г. Изучение эффективности очистки воды от альдегидов методом перекристаллизации. // Химия в интересах устойчивого развития 1996, Т.4(1), С.45-48.

2. Лаврик Н.Л. Очистка воды от растворённых органических примесей методом замораживания. // Химия в интересах устойчивого развития. 2004, Т.12, С.61-64.

3. Лаврик Н.Л. Исследование эффективности очистки воды от частиц дисперсной фазы методом полного замораживания. // Химия в интересах устойчивого развития. 2001, Т.9, С.727-729.

4. Лаврик Н.Л. Талая вода с позиций физической химии. // Экологическая химия. 2007, Т.16(4), С.233-240.

5. Лаврик Н.Л. Талая вода с позиций физической химии. // Химия в интересах устойчивого развития. 2008, Т.16(3), С.313-320.

6. Данилов К.Л., Лаврик Н.Л., Акулов Л.А. Очистка воды от микропримесей ионов металлов методом перекристаллизации // Сборник СПбГУНиПТ «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». СПб., 2007. с. 187-192.

7. Лаврик Н.Л., Борискин В.В., Данилов К.Л., Бреднев В.А. Изучение эффективности очистки воды от фенола методом неполного замораживания // Химия в интересах устойчивого развития. 2008, том 16, вып.3, с. 341-350.

8. Лаврик Н.Л., Борискин В.В., Данилов К.Л., Бреднев В.А. Изучение эффективности очистки воды от сульфатов металлов методом неполного замораживания // Химия в интересах устойчивого развития, 2009, том 17, вып.1, с. 43-50.

9. Данилов К.Л., Лаврик Н.Л., Борискин В.В., Фокин Г.А. Влияние скорости и доли замораживания воды на сепарацию изотопов водорода и кислорода // Биофизика, 2009, том 54 вып. 5, с.831-834.

10. Ряжских В.И., Данилов К.Л., Лаврик Н.Л., Фокин Г.А. Кинетика распределения примесей между твёрдой и жидкой фазами дисперсионной среды в процессе фронтальной кристаллизации // Вестник ВГТУ, 2009, том 5, №12, с.244-252.

11. Данилов К.Л., Акулов Л.А., Калниньш К.К., Лаврик Н.Л., Фокин Г.А. Влияние динамики замораживания водной среды на каталитическую активность талой воды // Вестник МАХ, 2010, вып. 2, с. 34-37.

12. Малышева М.Н., Данилов К.Л., Калниньш К.К., Лаврик Н.Л., Фокин Г.А., Фролов А.О., Скарлато С.О. Влияние термокondиционированных типов вод на пролиферативную активность жгутиконосцев *Crithidia fasciculata* // Вода: технология и экология, 2010, вып. 3, с. 20-29.

13. Данилов К.Л., Фокин Г.А. Энергосберегающая криогенно-газовая технология производства талой воды // Вестник МАХ, 2011, вып. 1, с. 37-42.

14. Асташов В.В., Старкова Е.В., Асташова Т.А., Данилов К.Л., Лаврик Н.Л., Фокин Г.А. Лимфоидные органы при систематическом употреблении питьевой воды «Аква Форте темпо» // Вестник НГУ, сер биол и медиц. 2011, том. 9, вып. 3, с. 39-46.

15. Асташова Т.А., Данилов К.Л., Гельфонд Н.Е., Асташов В.В., Лаврик Н.Л., Фокин Г.А. Экспериментальное исследование крови и лимфы при употреблении воды «Аква форте, термо и темпо» // Эфферентная терапия, 2011, том. 17, вып. 1, с. 98-103.

Краткое резюме по свойствам перекристаллизованной (талой) воды из этих и других работ. Талая вода относительно исходной имеет меньшую концентрацию солей тяжёлых металлов, органических примесей, частиц дисперсной фазы (нерастворимые примеси в воде), изменяет концентрацию тяжёлых изотопов водорода, меняет величину рН (увеличивается на 0.2 – 0.5 единицы, т.е. вода становится более «живой»), поскольку «живая» вода

характеризуется более высоким значением рН.), имеет большую концентрацию перекиси водорода [2] и меньшую концентрацию кислорода, меняет величину диэлектрической постоянной [3], стабилизирует состояние человеческого гомеостаза.

Совокупность изменённых свойств талой воды относительно исходной не может не повлиять на визуальные и вкусовые качества. Они действительно меняются. При этом все добровольцы, которые использовали талую воду, отмечают её прозрачность и наличие уникального аромата, который отсутствует в водах, искусственно приготовленных другими методами. Эта позиция делает талую воду особо привлекательным материалом для производства пищи и водных напитков.

Имеются несколько разрозненные медицинские данные, свидетельствующие о целебных и стимулирующих свойствах талой воды при её употреблении. Например: уменьшение проф. заболеваний у шахтёров (Донбасс), уменьшение риска заболевания лучевой болезнью, повышение резистентности человеческого организма к воздействию радиации, стабилизация состояния гомеостаза человека и т.д. Таким образом, талая вода имеет жизненно важные потребительские качества для космических полётов, военного и гражданского назначения.

Какова ситуация с практическим получением талой воды и какие продажные аппараты имеются для производства воды в домашних условиях?

Нужно сразу заметить, что количество российских и зарубежных патентов на способ приготовления талой воды исчисляется десятками. Однако реально ситуация такова. В России и бывшем СНГ имеются многочисленные производители бутилированных вод, которые позиционируют себя как производители талой воды. Но на самом деле этим брендом только прикрываются различные природные и искусственные питьевые воды, которые к настоящей талой воде никакого отношения не имеют. Реально талая вода производится на ООО «Кристалл Айс» г. Красный луч, Луганская область, Украина. Замораживание производится с помощью импортного американского охладителя. На этом предприятии действительно налажен разлив талой воды в различную по объёму тару. Однако эта технологическая опция может свести к нулю все целебные и прочие качества талой воды, поскольку вопрос сохранения её целебных свойств во времени («памяти») не изучен. Кроме того, процесс очистки от органических и неорганических примесей, а также изменения содержания изотопов дейтерия в продукте ООО «Кристалл Айс» происходит бесконтрольно. Также бесконтрольно проводится изготовление талой воды в аппарате «PROFI COOK» Германия.

На сегодняшний день, по-видимому, единственным сертифицированным аппаратом для получения талой воды в домашних условиях, который позволяет контролировать все стадии водоподготовки является недавно созданный аппарат ООО «Прото» по производству перекристаллизованной (талой) воды.

Основные достоинства и преимущества этого аппарата таковы.

1. При «ручном» замораживании воды в морозильнике нет возможности регулировать и контролировать скорость её замораживания. В аппарате

«Прото» эта опция есть, что позволяет готовить воду нужного качества к нужному сроку.

2. Получаемая в аппарате «Прото» талая вода, благодаря опции «промывка», не содержит примесей из незамёрзшей воды, которые всегда присутствуют при приготовлении талой воды в холодильнике.

3. Приготовление талой воды с помощью аппарата «Прото» сводится только к заливке воды (~1.5 литра) и требует времени порядка 5-10 секунд, в то время получение талой воды «вручную» с помощью бытового морозильника это время составляет как минимум 10 минут. Таким образом, по время затратности применение аппарата «Прото» по сравнению с холодильником в десятки раз предпочтительней.

4. По экономическим показателям производство 1 литра талой воды с помощью аппарата «Прото» приблизительно в 3-5 раз дешевле, чем в серийном морозильнике.

5. Аппарат «Прото» позволяет получать воду различного изотопного состава: как более тяжёлую (содержащую больше дейтерия), так и более легкую (содержащую меньшую концентрацию дейтерия) относительно исходной.

6. Все фильтрующие аппараты по сути являются химическими очистителями: от ряда элементов они очищают воду, но при этом привносят другие примеси как с самого фильтрующего элемента, так и «приобретённых», и от которых принципиально не возможно избавиться. По сравнению с фильтрующими аппаратами достоинство и преимущество аппарата «Прото» очевидно – не требуется смены картриджа и отсутствует привнесение дополнительных примесей неизвестной природы. На «языке картриджей» аппарат «Прото» имеет картридж с бесконечным временем жизни, т.е. «вечный», поскольку естественный природный процесс замораживание-размораживание можно проводить сколько угодно раз.

7. Все технологические режимы работы аппарата «Прото» основаны на глубокой предварительной научной проработке и поэтому отсутствуют противоречия с представлениями фундаментальной науки, которые, к сожалению, зачастую имеются в многочисленных описаниях «целебных» разновидностей воды, которые выпускают различные производители.

Подробную информацию об аппарате «Прото» можно получить на сайте www.proto-ltd.ru.

Список литературы

1. Гельфанд Е.Д. *Вода: технология и экология.* //– Технологии очистки и обеззараживания воды. 2009. №. 3.с. 6-8.

2. Домрачев Г.А., Родыгин Ю.Л., Селивановский А.Н., Стунжас П.А. *Диссоциация воды в пристеночных течениях. Химия морей и океанов.* М: Наука, 199) 169с.

3. Сикорский Ю.А., Вертепная Г.И., Красильник М.Г. *Физические свойства талой воды.* // Изв. ВУЗов, Физика. -1959, №3, с. 12-15.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО ВИДА АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНО-СПИРТОВЫХ СМЕСЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

А.Е. Бураков, Е.А. Буракова, И.В. Романцова, А.Г. Ткачев
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов

На здоровье человека огромное негативное воздействие оказывают продукты, в составе которых содержится алкоголь – яд, обуславливающий опьяняющее действие спиртных напитков. Основой любого ликероводочного продукта является смесь воды и этилового спирта – водно-спиртовая смесь (ВСС).

Необходимость разработки инновационных технологий очистки ВСС и создания новых фильтрующих материалов, применяемых в процессе их производства, обусловлена тем, что современная водка низкого качества часто бывает опасной для здоровья также и за счёт примесей, гораздо более токсичных, чем собственно алкоголь. Вид и количество таких примесей зависит, прежде всего, от технологии получения и очистки алкоголя, использованного для изготовления конкретного сорта спиртового напитка, от альдегидов, сивушных масел, сложных эфиров и т.д.

В современном производстве водки используется т.н. динамический способ очистки ВСС (использование угольных колонн). Однако приведенный метод имеет ряд недостатков: повышение массовой доли альдегидов при запуске и временных остановках угольных колонн; невысокая скорость обработки; большой расход угля (250...300 кг/50...150 тыс. дал сортировки); невозможность периодической работы и т.д. [1]

При этом важным является также выбор химического состава материалов, из которых изготавливаются фильтрующие элементы. Во-первых, это продиктовано как соображениями безопасности для здоровья потребителей напитков, так и экологической безопасностью используемых расходных материалов и возможностью их утилизации. Во-вторых, это предотвращение экстракции материала фильтра в фильтрат. Также необходим учет химической совместимости для исключения нежелательной адсорбции отдельных компонентов напитков на материалах фильтра.

Для решения обозначенных выше проблем в процессах приготовления водочной продукции активно применяют новые материалы, в частности, активированные угли, на поверхность которых нанесено коллоидно-диспергированное серебро. Известно, что положительный эффект обработки водно-спиртовых растворов достигается за счет электрохимической разности потенциалов, возникающей между серебром и углем, что в свою очередь способствует протеканию окислительно-восстановительных реакций и реакций этерификации. И, как следствие, отмечается повышение эффективности обработки [2].

Инновационная идея предлагаемой разработки - создание эффективных адсорбентов, модифицированных углеродными нанотрубками (УНТ), для обработки ВСС. Поверхность УНТ обладает значительным количеством двойных углеродных связей, что открывает возможность присоединения различных молекулярных комплексов, которые могут характеризоваться повышенными сорбционными характеристиками.

В качестве фильтрующего материала-основы были выбраны два вида адсорбентов: активированный уголь и синтетические цеолиты (таблица 1).

Таблица 1
Физико-химические показатели адсорбентов

Наименование	Марка	Параметры
Активированный уголь	АГ-3	Насыпная плотность – 480-500 г/дм ³ Суммарный объем пор по воде – 0,8 см ³ /г
Цеолит синтетический	NaX	Размер пор – 9-10 ангстрем Внутренняя удельная поверхность – 1030 м ² /г

Для получения опытных образцов наномодифицированных адсорбентов была разработана технология, включающая в себя стадии, представленные в таблице 2.

Таблица 2
Технологические стадии процесса наномодифицирования адсорбентов

п/п	Стадии технологии	Режимные параметры технологии
1.	Подготовка образца пористого носителя	120°C-150°C в среде инертного газа в течение 1 часа
2.	Приготовление раствора катализатора (прекурсоры – нитраты никеля, магния, кобальта, железа)	80°C в течение 3 часов
3.	Пропитка раствором катализатора пористого носителя	120°C в течение 1 часа
4.	Температурная обработка импрегнированного образца	500°C-550°C в течение 1 часа
5.	Синтез УНТ на поверхности сорбента-носителя каталитическим пиролизом углеводородов в реакторе периодического действия	Газовая смесь – пропанобутановая Время пиролиза – 30 мин Температура процесса 650°C

Данная технология реализована на базе промышленного комплекса синтеза УНТ (ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов). Поверхность полученных образцов была изучена на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Neop 40, Carl Zeiss (г. Тамбов, ТГУ им. Г.Р. Державина). На рис. 1, 2 приведены СЭМ-изображения наномодифицированных образцов адсорбентов. Из фото видно, что в структуре образцов на поверхности материалов – носителей выращены слои УНТ диаметром 15-20 нм. Слои однородные, равномерно покрывающие гранулы адсорбента.

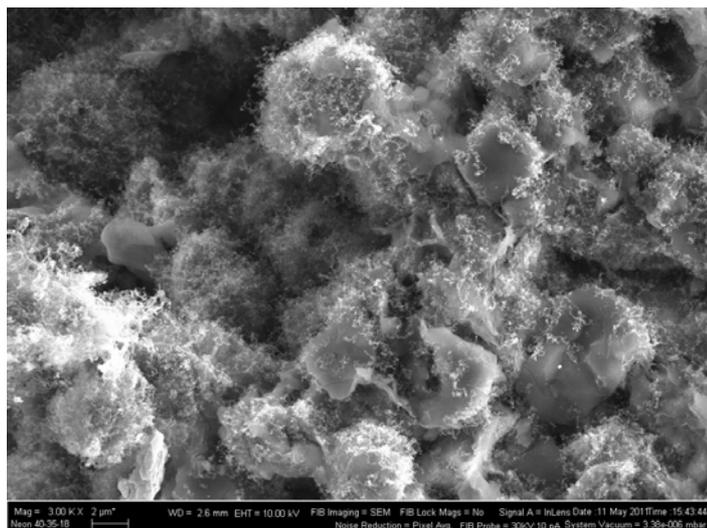


Рис. 1. Структура синтетического цеолита, модифицированного УНТ

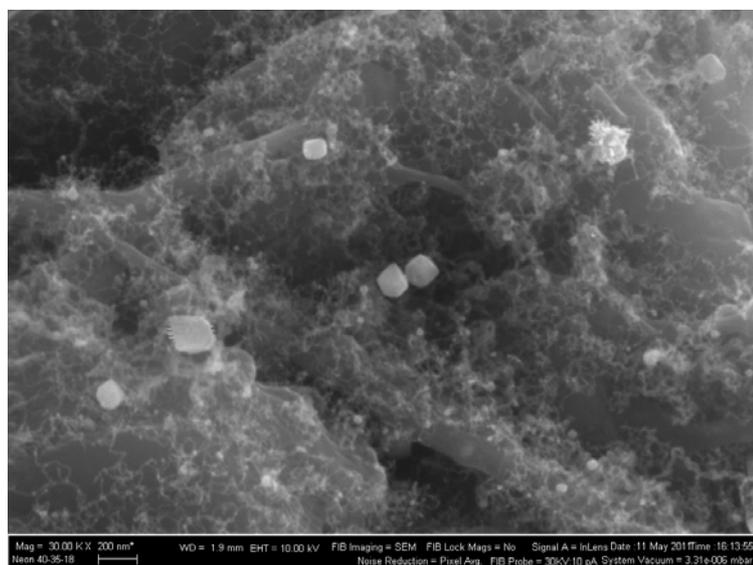


Рис. 2. Структура активированного угля, модифицированного УНТ

Апробация наномодифицированных адсорбентов проводилась в лабораторных условиях отдела технологии ликероводочного производства ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии (табл. 3,4).

Таблица 3

Результаты физико-химического и микроэлементного анализа ВСС, обработанной наномодифицированным активированным углем

№ п. п.	Наименование пробы	Жесткость, °Ж	Щелочность см ³ 0,1 н. р-ра HCl на 100 см ³	Окисляемость по Лангу, мин	Разность в окисляемости	Дегустационная оценка, балл	рН	Содержание, мг/дм ³			
								железа, общ.	сульфатов	хлоридов	силикаты
1	Исходная сортировка	0,10	0	8,7	-	9,26	6,9	следы	следы	2,0	0,05
2	Уголь АГ-3	0,15	0,08	9,5	0,8	9,28	7,3	следы	следы	2,5	0,1
5	Уголь АГ-3 + УНТ (Ni-Fe-Co-MgO)	0,4	0,1	16,0	7,3	9,32	7,45	0,1	следы	6,2	0,5

Таблица 4

Результаты физико-химического и микроэлементного анализа ВСС, обработанной наномодифицированным цеолитом

№ п. п.	Наименование пробы	Жесткость, °Ж	Щелочность см ³ 0,1 н. р-ра HCl на 100 см ³	Окисляемость по Лангу, мин	Разность в окисляемости	Дегустационная оценка, балл	рН	Содержание, мг/дм ³			
								железа, общ.	сульфатов	хлоридов	силикаты
1	Исходная сортировка	0,2	2,0	15,2	0,2	9,25	9	следы	2,0	4,4	2,2
2	NaX	0,2	2,0	15,2	0,2	9,26	9,05	следы	2,0	3,6	2,4
5	NaX (Ni-Co-MgO)	0,15	2,0	17,2	2	9,29	9,2	следы	2,0	2,4	2,3

Установлено, что из ряда исследованных адсорбентов для очистки ВСС перспективно применение активированного угля АГ-3, модифицированного УНТ (состав катализатора Ni-Fe-Co-MgO) и наномодифицированного цеолита в присутствии катализатора Ni-Co-MgO.

После обработки модифицированными цеолитами отмечается повышение окисляемости ВСС (2 минуты), и улучшение органолептических показателей (на 0,04 балла). Обработка же модифицированным углем показала улучшение окисляемости ВСС на 7,3 минуты и органолептических показателей на 0,06 балла. В результате показана перспективность модифицирования современных адсорбентов УНТ для тонкой очистки ВСС.

Список литературы

3. www.vodka-tf.ru

4. Пат. 2222586 РФ, МПК⁷ C12G3/08. Способ "Серебряная фильтрация" обработки водочной сортировки и водки и патронный фильтр / Тарасов А.В., Месхи Р. Г., Завьялов Ю.Ф., Курьшин Ю.А. (ООО НПП "Технофильтр") - № 2002116144/13; Заявл. 19.06.2002; Оpubл. 27.01.2004.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА В «ХОЛОДНОМ КИПЯТКЕ» МЕТОДОМ АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Н.Л. Лаврик

Институт химической кинетики и горения им. В.В.Воеводского СОРАН,
г. Новосибирск

Введение.

Проблема чистой питьевой воды не теряет своей актуальности и поэтому интерес к её производству не угасает. В настоящее время имеется обширный спектр различного типа питьевых вод, получение которых связано с либо её очисткой (производство многочисленных марок питьевых бутилированных вод), либо её активацией различными воздействиями (электрохимическое, ультразвуковое и т.д.). Одним из таких воздействий при приготовлении воды, обладающей целебными по данным авторов [1] свойствами, является активация воды с помощью использования метода «холодного кипятка». Суть этого метода заключается в нагревании исходного образца воды до температуры 90-95 градусов и последующего охлаждения в воде, имеющей комнатную (или ниже) температуру. В [1] приведены многочисленные результаты физико-химических и биологических экспериментов, свидетельствующих об активирующем действии воды, подвергнутой вышеописанной процедуре.

Не смотря на простоту получения «холодного кипятка» и перспективность его широкого применения (от медицины до нужд сельского хозяйства), физико-химические свойства этого вида воды изучены недостаточно и, частности, совершенно отсутствует информация о концентрации в ней перекиси водорода (H_2O_2). Между тем эти сведения представляются весьма актуальными, поскольку как сама перекись водорода так и продукты её диссоциации являются известными антиоксидантами и играют важную роль в сохранении гомеостаза человека.

Целью настоящей работы была попытка получения информации о наличии перекиси водорода в образцах холодного кипятка дистиллированной воды с помощью метода абсорбционной спектроскопии.

Экспериментальная часть.

В работе использовался монодистиллят (коммерческий дистиллятор). Нагревание (на закрытой электроплите) проводили в цилиндре из нержавеющей стали. Объем нагреваемой воды составлял 1 литр. Контроль температуры осуществляли с помощью ртутного термометра. Нагревание прекращали по достижению температуры 95 °С. При этой температуре наблюдалось активное выделение воздушных пузырей. Для охлаждения воды рабочий сосуд помещали под струю холодной водопроводной воды. Охлаждение проводили до температуры 25 °С. Хранение «холодного кипятка» в течение 3 суток проводили в темноте.

Спектры поглощения записывались на спектрофотометре фирмы «Хьюлет Паккард». Длина оптического пути рабочей кюветы (окна кварцевые) составляла 5 см. Температура записи спектров поглощения – $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Спектры поглощения записывались в спектральном диапазоне 210-260 нм, поскольку наличие H_2O_2 регистрируется по величине поглощения на $\lambda \sim 230$ нм [2]. Обработка спектральных данных проводилась в рамках стандартной программы «Origin 6». Количество повторов 5.

Результаты и обсуждение

На рис.1а представлены спектры поглощения образцов «холодного кипятка» и исходной воды, а на врезке рис.1 – разность этих спектров (разница оптических плотностей при $\lambda = 260$ нм принята за 0). Как видно из представленных данных, разность этих спектров не постоянна, а имеется зависимость от λ , которая соответствует спектру поглощения перекиси водорода.

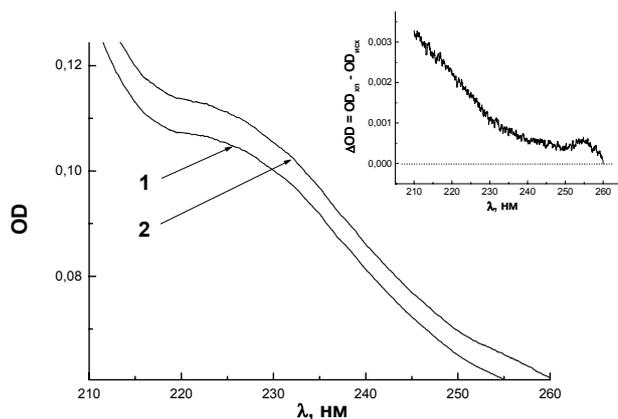


Рис.1. Спектры поглощения образцов исходной воды (1) и «холодного кипятка» (2); на врезке рис.1 – разность этих спектров

На рис 2 показан спектр образца «холодного кипятка», который был записан сразу после его получения и выдерживания в течение 3 суток. Отчётливо наблюдается наличие поглощения, которое можно связать, с тем, что за время хранения образца часть образовавшейся перекиси претерпела термическое разложение и поэтому наблюдается различие в спектрах поглощения.

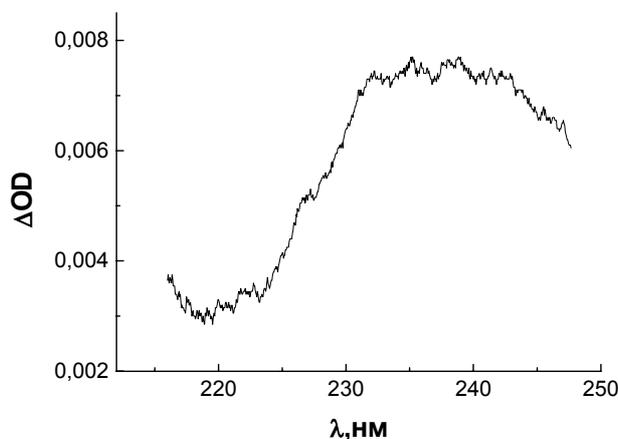


Рис.2. Разностный спектр образца «холодного кипятка», который был записан сразу после его получения и выдерживания в течение 3 суток

Заключение

В холодном кипятке образуется перекись водорода.

Список литературы

1. Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д. *Ключ к живой воде. -Алма-Ата; «Кайнар», 1987. – 173 с.*
2. Позин М.Е. *Перекись водорода и перекисные соединения. -М.: МГУ, 1951. – 475с.*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт Международной Академии наук по экологии и безопасности
человека и природы,
г. Тула

Термины и определения, применяемые при проектировании экологического
оборудования

1. Технический уровень включает (согласно ГОСТ 4.253-80):
 - показатель назначения
 - показатель конструктивности
 - показатель технологичности
 - показатель транспортабельности
 - эргономические показатели
 - конструктивные показатели
2. К силовому электрооборудованию относятся (согласно ГОСТ 21.613-88)
 - комплектные трансформаторные подстанции
 - электрические сети
 - управляющие устройства электроприводов
3. Определения нефтепродуктов согласно ГОСТ 26098-84:
 1. Нефтепродукт - готовый продукт, полученный при переработке нефти.
 2. Жидкое нефтяное топливо – жидкий нефтепродукт, удовлетворяющий энергетические потребности путем превращения химической энергии углеводородов в тепловую.
 3. Эксплуатационное свойство нефтепродукта – свойство нефтепродукта, проявляющееся при производстве, транспортировании, хранении, испытании, применении и характеризующее совокупность однородных явлений при этих процессах.
 4. Физико-химическое свойство нефтепродукта – составная часть эксплуатационного свойства нефтепродукта, характеризующая совокупность однородных явлений, определяемая в лабораторных условиях.
 5. Показатель качества продукции по ГОСТ 15467-79

6. Кондиционный нефтепродукт – нефтепродукт, удовлетворяющий всем требованиям нормативно-технической документации.

7. Некондиционный нефтепродукт – нефтепродукт не удовлетворяющий требованиям нормативно-технической документации.

8. Тип нефтепродуктов – совокупность нефтепродуктов одинакового функционального назначения.

9. Под группа нефтепродуктов – совокупность нефтепродуктов, входящих в одну группу и имеющих сходные показатели качества и условий применения.

10. Марка нефтепродукта – индивидуальный нефтепродукт название, номерное или буквенное обозначение, состав и свойства которого регламентированы нормативно-технической документацией.

11. Сорт продукции по ГОСТ 15467-79

12. Отработанное масло – техническое масло, проработавшее срок и утратившее в процессе эксплуатации качество, установленное в нормативно-технической документации.

13. Отработанные нефтепродукты – отработанные масла, промывочные нефтяные жидкости, а так же смеси нефти и нефтепродуктов, образующиеся при зачистке средств хранения, транспортировки, извлекаемые из нефтесодержащих вод.

14. Бензин – жидкое нефтяное топливо для использования в поршневых двигателях с искровым зажиганием.

15. Авиационный бензин – бензин для применения в авиационных двигателях.

16. Автомобильный бензин – бензин для применения в двигателях наземной техники.

17. Газотурбинное топливо – жидкое нефтяное топливо для применения в наземных и содовых газотурбинных двигателях.

18. Авиационный керосин - жидкое нефтяное топливо для применения в авиационных газотурбинных двигателях.

19. Дизельное топливо - жидкое нефтяное топливо для применения в двигателях с воспламенением топливно–воздушной смеси от сжатия.

ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

А.С. Усманов, А.Ф. Пономарев

Бирская государственная-социально педагогическая академия,
г. Бирск

Современный мир невозможно представить без различных электронных устройств, которые являются следствием научно-технического прогресса. Однако широкое распространение такой техники привело к появлению новой экологической проблемы. Речь идет об электромагнитном излучении.

Жизнь на Земле миллиарды лет назад зарождалась на фоне сложного электромагнитного излучения. Электрические, магнитные и электромагнитные поля и волны в процессе эволюции живых организмов оказывали на них существенное влияние. До определенного времени природные электромагнитные излучения и живые организмы находились в гармоническом равновесии. Однако в дальнейшем развитие науки и техники привело к широкому использованию на практике дополнительных источников излучений. Поэтому сегодня живые организмы, в том числе и человек, буквально купаются в волнах и колебаниях самой различной природы не только естественного, но и искусственного происхождения. Хотя человек и является быстро приспособляемым существом, что и позволило ему стать самым многочисленным видом среди млекопитающих, цивилизация неизбежно разрушает его биологические ритмы. А это уже несет определенную опасность для его здоровья.

Электромагнитное поле увидеть невозможно и потому человек его почти не опасается. Между тем, если суммировать электромагнитное излучение всех бытовых, научных и медицинских приборов на планете, то уровень естественного геомагнитного поля Земли окажется превышен в миллионы раз. Масштабы электромагнитного загрязнения среды обитания людей стали столь существенны, что Всемирная организация здравоохранения включила эту проблему в число наиболее актуальных и злободневных для человечества. Многие ученые относят ее к сильнодействующим экологическим факторам с катастрофическими последствиями для всего живого на Земле.

За последние годы количество разнообразных источников электромагнитных полей во всем частотном диапазоне резко увеличилось и продолжает стремительно увеличиваться. Это система сотовой связи, радары ГИБДД, новые телеканалы и множество радиовещательных станций. Особую проблему представляет электротехническое оборудование зданий (трансформаторы, кабельные линии и т.д.), которые круглосуточно, непрерывно облучают жилые помещения, где и без того находятся

холодильники, утюги, пылесосы, электропечи, телевизоры, компьютеры и многое другое, чем мы ежедневно пользуемся.

Чувствительность живых систем к внешним электромагнитным колебаниям, в первую очередь, зависит от диапазона частот и интенсивности колебаний. Электромагнитные волны несут определенную энергию, и при их взаимодействии с веществом эта энергия волны превращается в тепло. При малых дозах облучения электромагнитными волнами каких-либо существенных физиологических изменений в человеческом организме не происходит. Однако, электромагнитные волны любых частот с плотностью мощности облучения, превышающей 10 Вт/см^2 , вредны для живых организмов.

Ответная реакция живой системы на внешние электромагнитные воздействия может происходить на различных структурных уровнях живого организма - от молекулярного, клеточного до уровня всего организма. Характер взаимодействия электромагнитной волны с живым организмом определяется как особенностями самого излучения (частотой или длиной волны, фазовой скоростью распространения волны, когерентностью и поляризацией излучения и т.д.), так и физическими свойствами данного биологического объекта, выступающего в роли среды, в которой распространяется волна. К таким свойствам вещества относятся диэлектрическая проницаемость, электрическая проводимость, глубина проникновения волн и т.д.

Современная медицина выделяет целую систему заболеваний, возникновение которых напрямую связывается с воздействием на человека электромагнитных полей техногенной природы. Основными симптомами интенсивного воздействия электромагнитного смога на человека являются: ухудшение памяти, потеря работоспособности, головные боли, приступы головокружения, аллергические реакции, неврастенические проявления, нестабильность артериального давления. В основном, электромагнитное воздействие избирает своей целью иммунную систему человека, существенно её ослабляя. Также наиболее подвержены влиянию электромагнитного излучения мозг, хрусталик глаза, органы кишечного тракта и сердечно-сосудистая система человека.

Исследования показали, что продолжительное воздействие электромагнитного поля даже относительно слабого уровня может вызвать раковые заболевания, болезни Паркинсона и Альцгеймера, импотенцию и даже повысить склонность к самоубийству. Особенно опасны электромагнитные поля для детей и беременных женщин. Электромагнитные излучения способствуют изменениям гормонального статуса мужского организма, возрастанию уровня хромосомных aberrаций, вызывают изменения в репродуктивной системе.

Итак, опасна ли для здоровья человека работа с современными техническими устройствами? Одни авторитетные специалисты уверенно заявляют «да», другие, не менее авторитетные, как правило, зарубежные, утверждают обратное. Причем вовсе не исключено, что за каждой из исследовательских групп стоят интересы производителей, а значит – и огромные деньги.

Поэтому результаты, обнародованные Всемирной организацией здравоохранения, позволяют сделать первые неутешительные выводы. Для принятия каких либо действий необходимо дождаться ее окончательного вердикта. Как хорошо известно психологам, для человека нет ничего хуже неизвестности, и в подобной ситуации многие склонны предполагать худшее.

Следует отметить, что авторы не являются противниками внедрения всевозможных современных технических средств, однако конечной целью использования этих средств является развитие полноценного члена общества, здоровье которого так же является приоритетной задачей.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

РАЗВИТИЕ АЭРОАКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СРЕД

В.Ю. Виноградов

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева,
г. Казань

Важные тенденции развития науки, техники и технологии в значительной мере обусловлены стремительным развитием вычислительной техники и информатики, являющимися обязательными компонентами многих достижений в области развития аэроакустических методов зондирования природных и искусственных сред. В этом аспекте под контролем понимают современные компьютерные средства прогнозирования состояния объекта и передачи данных на беспроводной основе. Такие информационные системы предназначены для обеспечения контроля и экспертизы изделия в процессе контроля. Применительно к задачам НК и ТД к исследователям выдвигаются требования выделения легко контролируемых значимых параметров, по которым возможно достаточно полно оценивать качество полученной информации, эксплуатационные и экономические показатели, а так же выбора планов НК и испытаний, включающих определение уровня дефектности изделия. **Преимущества и недостатки существующих аэроакустических методов.**

Аэроакустические методы основаны на измерении акустических полей по периферии или площади сопла с помощью узконаправленного сканирующего микрофона при «холодном» режиме работы ГТД. Анализ полученных спектров и сравнение их с эталонными позволяют определять и локализовать дефекты ГТД, в частности его проточной части.

Однако аэроакустические методы обладают и недостатками. Так для их реализации требуется механическое передвижение микрофонов по срезу или

площади сопла, что затрудняет процессы сбора и обработки информации, делает диагностическую установку конструктивно-сложной и дорогой. Поэтому, становится очевидной необходимость создания нового эффективного аэроакустического метода экспресс-диагностики ГТД, в котором аэроакустическая антенна должна быть выполнена на основе пассивной (неподвижной) системы распределенных волоконно-оптических датчиков (ВОД).

Такая антенна помогла бы по акустическим, а в случае использования мультиплексированных датчиков и по газодинамическим параметрам выявлять неисправности ГТД на ранней стадии их зарождения.

Единое поле распределенных ВОД, как инструмент развития аэроакустических измерений. В рассмотренных условиях необходимо решение задач внедрения комплексированных (распределенных и мультиплексированных) ВОД и создания их единого поля для улучшения качества контроля параметров безопасности двигателей (напряжений, температур, скоростей, прочности и т.д.). Под единым полем комплексированных датчиков для аэроакустических измерений будем понимать множество ВОД, расположенных на некотором расстоянии параллельно плоскости среза сопла, позволяющих получать с одного датчика информацию об одном или нескольких физических процессах и соединенных в общую волоконно-оптическую сеть передачи и обработки информации, управления и синхронизации.

Развитие методов и средств аэроакустической диагностики на основе применения единого поля комплексированных ВОД и принципов пространственной пассивной локации, которые включают в себя широкий круг вопросов от конфигурации поля и методов съема информации до оптимальных алгоритмов ее обмена и принятия решений, позволит сделать новый шаг к решению проблемы контроля природных и искусственных сред.

МЕТРИКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

А.В. Юрченко
ЗАО «ЕС-лизинг»,
г. Тула

Низкое потребление энергии высокопроизводительными компьютерными системами стало главной исследовательской задачей как на прикладном уровне в промышленности, так и на теоретическом в лабораториях. Потребление энергии является критическим для переносных устройств, поскольку определяет время работы их аккумуляторной батареи, их вес, максимально возможную степень интеграции, а так же касается вопросов их охлаждения и надежности [1]. Зачастую у проектировщиков имеется ограниченный ресурс электропитания, и решение такой задачи является серьезным вызовом, так как

необходимо найти компромисс между производительностью и ограниченным зарядом. Увеличение производительности, например, повышение тактовой частоты, обычно приводит к повышенному потреблению электроэнергии.

Разработка устройств, имеющих низкое энергопотребление, зависит как от аппаратного обеспечения, так и от программного обеспечения, выполняемого на встроенных процессорах аппаратного обеспечения [2]. Поэтому для понижения потребления системой электроэнергии разрабатываются методики как области аппаратного, так и программного обеспечения. Общей целью большинства исследований является сокращение динамического рассеивания мощности, которое происходит из-за зарядки и разрядки емкостей схем [1]. Методики, касающиеся аппаратного обеспечения, пытаются минимизировать потребление энергии путем оптимизации целевых параметров, таких как напряжение питания, количество логических вентилях, размер транзисторов, рабочая частота. С другой стороны, методики из области разработки ПО обычно затрагивают более высокие уровни иерархии системного дизайна, и в итоге, результаты сохранения энергии после оптимизации ПО бывают более существенными [3]. Программные методологии в основном нацелены на выполнении поставленной задачи с использованием меньшего количества инструкций (команд процессора), что приводит к понижению коммутаций в схемах (имеется в виду электрические микросхемы), которые являются главным источником потребления энергии в CMOS схемах [1].

Согласно сказанному выше, желательно было бы иметь в наличии метрики для оценки энергоэффективности ПО [4]. С помощью таких метрик можно было бы выявить наиболее эффективную реализацию среди нескольких программ, которая потребляла бы меньше всего энергии. Это помогло бы организовать процесс разбиения аппаратно-программного обеспечения на уровни, которые бы четко разделяли вклады аппаратного и программного обеспечения по отдельности в потребление энергии на системном уровне [2]. Что, в свою очередь, позволило бы создать индикаторы, которые могли бы помочь улучшить качество ПО, и понять необходимое соотношение аппаратной и программной частей при проектировании системы в целом. Учитывая желаемые атрибуты для эффективных программных метрик, энергетические метрики должны быть простыми и вычислимыми, интуитивно понятными, непротиворечивыми, и настолько, насколько это возможно – независимыми от языка программирования.

Исследования в направлении создания энергоэффективного ПО были начаты с разработки энергетических моделей уровня набора инструкций, которые оценивали потребление электроэнергии процессором [7,8]. Эти модели могут быть применены к исследуемой программе как после ее выполнения, к трассировке (журнал с данными) выполненными инструкций [9], так и применив методы статического анализа на уровне исходного кода для оценки количества выполняемых инструкций [10]. Основываясь на измерениях, которые показывали, что межинструкционные (переход от одной инструкции к другой) затраты энергии отличаются для разных пар инструкций [7], были предложены

несколько методик для оптимизации расхода энергии, которые использовали алгоритмы диспетчеризации (определение последовательности выполнения инструкций, или программ) для минимизации расходов энергии [8,11]. Для оценки комплексного воздействия программной и аппаратной оптимизации на энергоэффективность были использованы модели уровня инструкций с высокой точностью циклов (работа процессора моделировалась вплоть до каждого его цикла работы) [4,12]. Другая литература, касающаяся проектирования энергоэффективного ПО, описывает методологии связанные с потреблением энергии оперативной памятью. В них предлагается преобразование программного кода таким образом, чтобы организовать работу с меньшими участками памяти и с меньшими энергозатратами на каждую операцию доступа [13].

Тем не менее, несмотря на все предыдущие работы, потребление энергии конкретной программой всегда оценивалось, используя специфическую целевую архитектуру. При этом не были сделаны попытки определить энергетические метрики, которые могли бы использоваться для сравнения дизайна ПО, независимо от нижележащего аппаратного обеспечения. Более того, вопросы проектирования энергоэффективного ПО не рассматривались в привязке к потреблению энергии в результате совместной работы процессора и оперативной памяти. Так же не было исследований влияния различных вариантов программного кода на потребление энергии. Следует отметить, что существующие методы используют трассировку инструкций исследуемых программ, и промежуток времени, требуемый для данного процесса для больших приложений, становится непомерно длинным. Перенос оптимального соотношения потребляемой энергии и производительности на более высокие уровни абстракции становится неизбежным, особенно когда большие объемы работ по проектированию ПО должны быть выполнены за короткий промежуток времени [2, 4].

Цель данной работы заключается в выдвигении на первый план тезиса о влиянии ПО на потреблении энергии нижележащим аппаратным обеспечением, а так же в рассмотрении электроэнергии, как одного из параметров проектирования в программной инженерии. Учитывая цель, в работе будут исследованы параметры (меры), которые можно использовать для оценки потребления энергии программой, а так же будут определены программные энергетические метрики.

Когда программа выполняется на встроенном обрабатывающем модуле, то существует два основных источника потребления энергии, влияние на расход энергии которых может меняться в зависимости от используемых архитектуры и ПО.

Потребление электроэнергии процессором. Потребление энергии процессором происходит из-за функционирования его электрических цепей во время выполнения программных инструкций. Декодирование и выполнение инструкций производится за счет коммутирующих действий в узлах цифровой схемы процессора, которые представляют собой зарядку и разрядку емкостей этих узлов, что приводит к динамическому рассеиванию энергии [1].

Существует две основных составляющих модели потребления энергии уровня инструкций.

Базовые расходы энергии. Представляют собой расходы, которые связаны с базовой обработкой, необходимой для выполнения инструкции. Расход оценивается как среднее значение тока, потраченное за выполнение одного цикла процесса обработки нескольких экземпляров одной и той же инструкции.

Накладные расходы энергии. Получаются из-за коммутирующих действий в схеме процессора и из-за косвенных дополнительных расходов энергии, вытекающих из выполнения смежных инструкций (пересчет индексов циклов и вычисление адресов памяти). Для измерения среднего значения тока в данном случае используются последовательности специализированных инструкций.

Таким образом, общее потребление электроэнергии программой, выполняемой на процессоре, может быть получено как сумма всех базовых и накладных расходов энергии за время выполнения программы.

Потребление электроэнергии памятью. Расходы энергии на память связаны с операциями доступа к инструкциям, или к данным. Расход энергии за операцию доступа зависит от объема памяти. Эта составляющая потребления энергии так же зависит от самого выполняемого ПО. Энергопотребление памяти, используемой для хранения инструкций, зависит от размера программного кода, который определяет объем используемой памяти, и количества выполняемых инструкций, которые определяют количество операций выборки из памяти. Энергопотребление памяти, используемой для хранения данных, зависит от объема обрабатываемых приложением данных, и от того, насколько интенсивно приложение работает с данными, то есть насколько часто оно получает доступ к данным.

Создание энергетических параметров (мер) основывается на том, что поток команд каждой программы можно представить с помощью ориентированного графа, который называется потоковым графом программы [5]. Базовые S-графы, которые используются для определения семейства допустимых S-структурированных графов, к которым принадлежит потоковый граф любой произвольной программы, показаны на рисунке 1. Так же вместе с графами показаны соответствующие им коды программ.

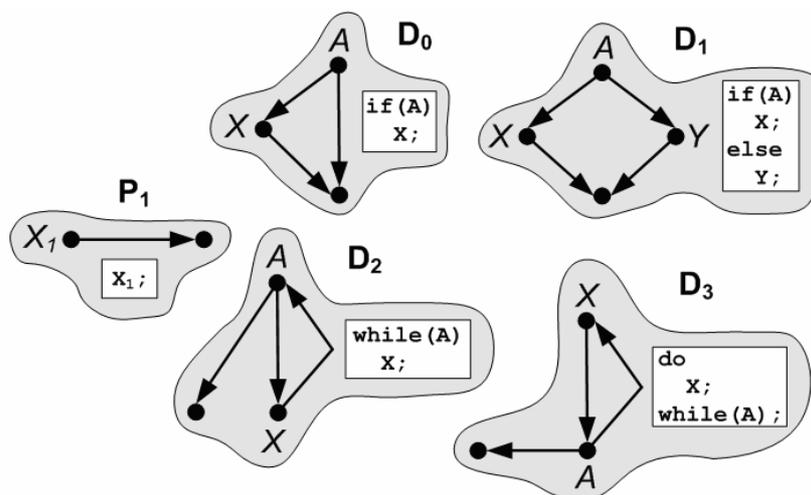


Рис. 1. Базовые S-графы

Иерархические энергетические показатели (меры). Чтобы оценить конструкторские характеристики ПО в терминах их энергопотребления, определим две следующих иерархических меры, присвоив значения каждому примитиву базовых S-графов, и значения функциям вложения и упорядочивания:

1. Мера количества выполненных инструкций (Executed Instruction Count Measure – EIC). Она соответствует количеству выполненных инструкций на ядре целочисленного процессора [14]. Это число связано с потреблением энергии процессором, и получается с помощью моделей потребления энергии уровня инструкций. Аналогичным образом это число вычисляется и для энергопотребления памяти команд процессора, поскольку каждая выполненная инструкция связана с операцией выборки инструкции из памяти команд.

2. Мера количества операций доступа к памяти (Memory Access Count Measure – MAC). Она равна количеству операций доступа к памяти данных, когда происходят операции извлечения программных операндов.

Следует отметить, что в данной работе использование граф-схем расширено, чтобы можно было оценивать нестатические атрибуты. Неэффективность граф-схем в представлении динамических параметров заключается, прежде всего, в наличии структур повторения и выбора, в которых поведение программы времени выполнения нельзя спрогнозировать, за исключением некоторых случаев. Хотя граф-схемы принадлежат области статического анализа [10], в данной работе для достижения поставленных целей используется измененный метод. Для структур повторения каждый цикл снабжается комментариями, в которых указывается точное число итераций цикла (в том случае, если это явно описано в программе), либо оценка (может быть приблизительная), полученная разработчиком. Хотя неточные подсчеты итераций цикла могут привести к большим абсолютным ошибкам, особенно когда глубина вложений нескольких циклов друг в друга довольно большая, с целью сравнения нескольких реализаций одного и того же алгоритма и определения наиболее эффективного, точность таких подсчетов оказывается на достаточно высоком уровне. Это происходит потому, что оценки применяются

для аналогичных структур повторения, что отфильтровывает эффект от неточных оценок.

Для случаев со структурами выбора в расчет берется наиболее энергоемкая ветвь выбора, и энергопотребление программы считается по самой верхней границе.

Отдельно от аннотаций для ребер в граф-схемах, в которых встречаются структуры повторения, каждый узел в граф-схеме снабжается аннотацией, содержащей количество операций доступа к памяти, выполняемых в соответствующем участке кода программы. Для обозначения того, что количество операций доступа к памяти i выполняется в заданном узле n , вокруг узла n рисуются i окружностей (рисунок 2). Более того, чтобы была возможность подсчитывать количество выполняемых инструкций, каждый узел, который соответствует более чем одному арифметическому оператору программы, помечается на граф-схеме числом арифметических операторов (r). В данном случае становится возможным визуально обнаруживать вычислительно интенсивные участки программы, или участки с частым доступом к памяти (рисунок 2).

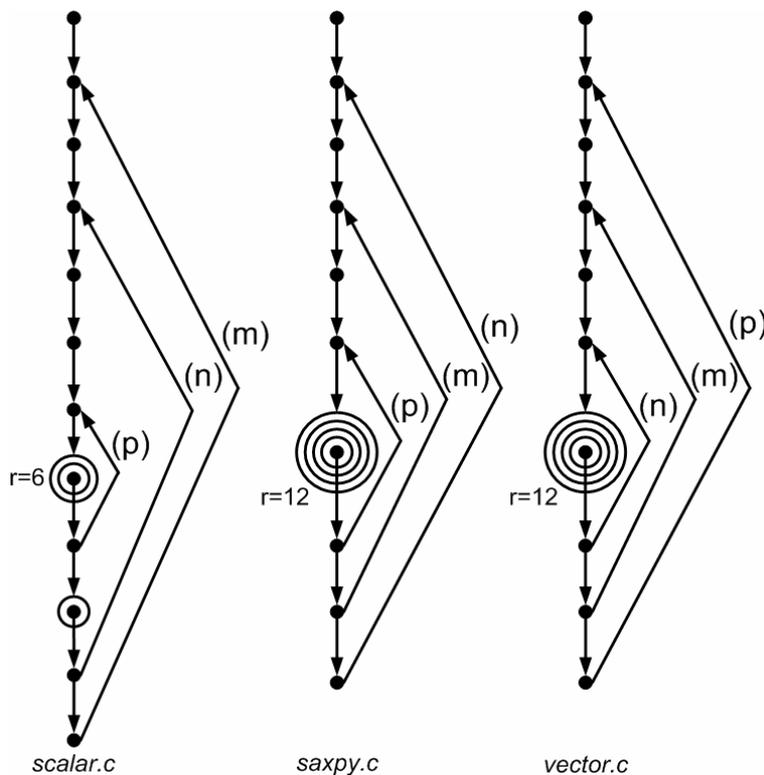


Рис. 2. Граф-схемы с обозначениями количества итераций цикла и количества операций доступа к памяти

Учитывая вышесказанные аппроксимации, определим правила [5] для двух энергетических мер (характеристик).

Мера количества выполненных инструкций I.– *Функции примитивов.*

$$I(P_1) = r + m, \quad (1)$$

где r – это количество базовых математических операторов (за исключением деления), m – это количество операций доступа к памяти за время выполнения оператора P_1 соответственно, и для каждого примитива $F \neq P_1$.

$$I(F) = \begin{cases} i \cdot [3 + \max((r + m)_X, (r + m)_Y)], & F = D_1 \\ i \cdot [3 + r + m], & F \neq D_1' \end{cases} \quad (2)$$

где i представляет собой количество итераций цикла (по умолчанию для D_0 и D_1 $i=1$). В случае, если $F = D_1$, то X, Y соответствуют двум узлам D_1 . В приведенном выражении для простоты все граф-схемы примитивов соответствуют выполнению трех инструкций. Две инструкции соответствуют заданию условия выбора (загрузка соответствующих двух значений из регистров и выполнение их сравнения), и одна инструкция соответствует ветвлению и началу цикла.

– *Функции упорядочивания.*

$$I(F_1; F_2; \dots; F_n) = \sum_{i=1}^n I(F_i). \quad (3)$$

– *Функции вложения.*

$$I(F(F_1; F_2; \dots; F_n)) = \begin{cases} i \cdot \left[3 + \max\left(\sum_{i=1}^n I(F_i)_X, \sum_{i=1}^n I(F_i)_Y\right) \right], & F = D_1 \\ i \cdot \left[3 + \sum_{i=1}^n I(F_i) \right], & F \neq D_1' \end{cases}, \quad (4)$$

для каждого примитива $F \neq P_1$, где i – это количество итераций цикла, соответствующее F , а \max относится к максимальному значению меры количества инструкций обеих ветвей (true и false) F .

Мера количества операций доступа к памяти M.– *Функции примитивов.*

$$M(P_1) = m, \quad (5)$$

где m – это количество операций доступа к памяти за время выполнения оператора P_1 , и для каждого примитива $F \neq P_1$.

$$M(F) = \begin{cases} i \cdot \max(m_x, m_y), & F = D_1 \\ i \cdot m, & F \neq D_1' \end{cases} \quad (6)$$

где i представляет собой количество итераций цикла (по умолчанию для D_0 и D_1 $i=1$).

– *Функции упорядочивания.*

$$M(F_1; F_2; \dots; F_n) = \sum_{i=1}^n M(F_i). \quad (7)$$

– *Функции вложения.*

$$M(F(F_1; F_2; \dots; F_n)) = \begin{cases} i \cdot \max\left(\sum_{i=1}^n M(F_i), \sum_{i=1}^n M(F_i)\right), & F = D_1 \\ i \cdot \sum_{i=1}^n M(F_i), & F \neq D_1 \end{cases}, \quad (8)$$

для каждого примитива $F \neq P_1$, где i – это количество итераций цикла, соответствующее F .

Программные энергетические показатели (меры). Рассматривая средние энергозатраты инструкции [15], которые состоят из доступа к памяти данных (предполагается использование RAM (ОЗУ) памяти данных), и доступа к памяти команд (инструкций) (предполагается использование ROM (ПЗУ) памяти команд), результирующая элементарная энергетическая программная метрика (Software Energy Metric – SEM), основанная на иерархических мерах, определенных ранее, будет выглядеть следующим образом:

$$SEM = EIC + 2 \cdot MAC. \quad (9)$$

В данной формуле (9) EIC рассматривается как энергопотребление, которое получается в результате выполнения инструкций (команд) в процессоре и операций выборки инструкций из памяти команд. MAC рассматривается как трата энергии на операции доступа к памяти данных. SEM близко интуитивному пониманию потребления энергии [16]. Если программа A потребляет больше энергии, чем программа B , то значение $SEM(A)$ будет не только больше значения $SEM(B)$, но и отношение реального потребления энергии программой A к реальному потреблению энергии программой B будет близко к отношению $SEM(A)$ к $SEM(B)$. Это будет показано в примерах в следующем разделе. Следовательно, предлагаемая метрика является непротиворечивой при использовании ее в качестве единицы измерения. Так же следует отметить, что SEM является независимой относительно используемого языка программирования, поскольку ее измерение основано на иерархических структурах, которые создаются в соответствии с эквивалентами машинных команд и общепринятыми программными структурами, и предполагается, что они будут использоваться на универсальном процессоре.

В уравнении (9) для *SEM* можно заметить, что хотя выполнение инструкций оказывает двойное воздействие на энергопотребление системой, как это было разъяснено ранее (выполнение на процессоре, плюс выборка из памяти), количество операций доступа к памяти умножается на два. Это происходит потому, что энергозатраты на доступ к RAM памяти (в которой данные хранятся и откуда они получаются) значительно выше, чем энергозатраты на доступ к ROM памяти, или энергозатраты создаваемые процессором при обработке им инструкций. Лишь встроенный тип памяти DRAM, которая интегрируется на том же чипе, на котором находится цифровая логика, может изменить данное двукратное соотношение и тогда энергоэффективность вычислений будет сопоставима с энергоэффективностью доступа к памяти данных. Но данная реализация стоит дороже, поэтому, вероятней всего, она будет использоваться на ограниченном ряде переносных устройств.

Чтобы оценить эффективность предложенных мер и метрик в данной работе будет протестировано несколько приложений, реализующих вычисления из матричной алгебры. Рассмотрим три программы на языке программирования «C» (таблица 1), которые выполняют перемножение матриц. Алгоритмы выполняют перемножение с помощью вычисления скалярного произведения (*scalar.c*), с помощью обобщенной SAXPY операции (*saxpy.c*), и с помощью векторного произведения (*vector.c*) [17].

Перемножение матриц математически формулируется следующим образом. Пусть даны две прямоугольные матрицы *A* и *B* размерности $m \times n$ и $n \times q$ соответственно. Тогда матрица *C* размерностью $m \times q$ называется их произведением, где

$$c_{ij} = \sum_{r=1}^n a_{ir} b_{rj} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, q). \quad (10)$$

Таблица 1

Алгоритмы перемножения матриц на языке C

<i>scalar.c</i>	<i>saxpy.c</i>	<i>vector.c</i>
<pre> i=0; while (i<m) { j=0; while (j<n) { c=0; k=0; while (k<p) { c=c+*(&A[i][0]+k) * *(&B[0][j]+k*n); k++; } C[i][j]=c; j++; } i++; } </pre>	<pre> k=0; while (k<n) { j=0; while (j<m) { i=0; while (i<p) { *(&C[0][k]+j*n) = *(&A[0][0]+i+j*p) * *(&B[0][k]+i*n) + *(&C[0][k]+j*n); i++; } j++; } k++; } </pre>	<pre> k=0; while (k<p) { i=0; while (i<m) { j=0; while (j<n) { *(&C[0][0]+i*n+j) = *(&A[0][k]+i*p) * *(&B[k][0]+j) + *(&C[0][0]+i*n+j); j++; } i++; } k++; } </pre>

Граф-схемы для трех программ приведены на рисунке 2.

В качестве примера дерево декомпозиции для граф-схемы программы *scalar.c*, иллюстрирующее иерархию примитивов, показано на рисунке 3 [5].

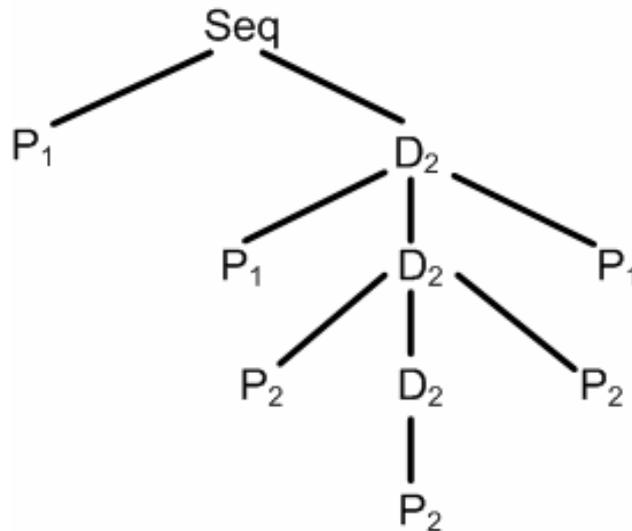


Рис. 3. Дерево декомпозиции для граф-схемы программы *scalar.c*

Применяя правила для иерархических показателей, определенные ранее в данной работе, к граф-схеме примера программы *scalar.c*, получим следующую меру количества выполненных инструкций *EIC*:

$$I(F) = I(P_1; D_2(P_1; D_2(P_2; D_2(P_2); P_2); P_1)) = 1 + m \cdot (5 + n \cdot (8 + p \cdot 12)). \quad (11)$$

Мера количества операций доступа к памяти *MAC* может быть вычислена как:

$$M(F) = M(P_1; D_2(P_1; D_2(P_2; D_2(P_2); P_2); P_1)) = 2 \cdot m \cdot n \cdot p + m \cdot n. \quad (12)$$

Для того чтобы оценить реальное количество выполненных инструкций и операций доступа к памяти, в качестве целевой архитектуры было выбрано ядро процессора ARM7, который широко используется для встроенных приложений из-за его заявленного отношения выполненных команд в секунду к энергопотреблению [14].

Экспериментальный процесс, организованный для оценки дизайна ПО в терминах энергопотребления, заключается в следующем. Каждый программный код был скомпилирован, используя C компилятор. Далее код был выполнен, используя ARM эмулятор, с помощью которого было получено количество выполненных машинных команд и общее количество циклов. Погрешность между расчетами потребления энергии для ARM эмулятора и для реального ARM процессора считается вполне допустимой. Отчет в работе [15] показывает, что средняя ошибка между результатами симуляции и реальными измерениями составляет 7,1 %.

Так же количество выполненных инструкций использовалось в качестве входных параметров для модели энергопотребления памяти, чтобы подсчитать

энергопотребление памяти команд. Аналогично количество операций доступа к памяти данных использовалось для подсчета энергопотребления памяти данных.

Для того, чтобы показать эффективность предложенных мер для описания поведения базового аппаратного обеспечения, выполнение каждой программы было эмулировано на эмуляторе ARM. Результаты для $m = 2$, $p = 3$ и $n = 4$ приведены в таблице 2. Как можно заметить, количество операций доступа к памяти подсчитано без ошибок, в то время как количество выполненных машинных команд подсчитано со средней ошибкой, которая возникла из-за некоторых допущений, сделанных относительно компиляции программного С кода в машинные команды.

Таблица 2
Сравнение результатов симуляции и расчетов для рассматриваемых мер

	<i>scalar.c</i>		<i>saxpy.c</i>		<i>vector.c</i>		Средняя ошибка
	Симуляция	Расчет	Симуляция	Расчет	Симуляция	Расчет	
Количество команд	382	363	495	517	474	502	5,12%
Количество операций доступа к памяти	56	56	96	96	96	96	0%
	48 загрузок		72 загрузок		72 загрузок		
	8 сохранений		24 сохранений		24 сохранений		

Низкое потребление электроэнергии встроенным ПО является одной из основных задач при проектировании переносных устройств. Хотя аппаратные решения при проектировании могут влиять на энергопотребление цифровых систем, коммутирующая деятельность, которая представляет собой основной источник энергопотребления, в основном управляется с помощью ПО, выполняемом на встроенных ядрах процессоров. В данной работе, основываясь на полученных мерах, были определены программные метрики энергоэффективности, используемые для оценки энергопотребления процессора и операций доступа к памяти данных и памяти команд. Была показана их устойчивость и точность и указана важность энергетических аспектов на этапе проектирования ПО. Результатом дальнейших работ в данном направлении будут попытки определить более подробные, сложные метрики, которые помогли бы разработчикам создавать более качественное ПО в терминах энергопотребления.

Список литературы

1. Chandrakasan A. and Brodersen R. 1995. *Low Power Digital CMOS Design*, Boston, Kluwer Academic Publishers.

2. Fornaciari, W., Gubian, P., Sciuto, D., and Silvano, C. 1998. *Power estimation of embedded systems: A hardware/software codesign approach*, *IEEE Trans. on VLSI Systems*, 6(2): 266–275.
3. Landman, P. 1996. *High-level power estimation*, *Proc. International Symposium on Low Power Electronics and Design*, Monterey, CA, pp. 29–35.
4. Brooks, D., Tiwari, V., and Martonosi, M. 2000. *Wattch: A framework for architectural-level power analysis and optimizations*, *Proc. International Symposium on Computer Architecture*, Vancouver, BC, Canada, pp. 83–94.
5. Fenton, N.E. and Pfleeger, S.L. 1996. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*, London, International Thomson Computer Press.
6. Jalote, P. 1997. *An Integrated Approach to Software Engineering*, New York, Springer Verlag.
7. Tiwari V., Malik, S. and Wolfe, A. 1994. *Power analysis of embedded software: A first step towards software power minimization*, *IEEE Transactions on VLSI Systems*, 2(4): 437–445.
8. Tiwari, V., Malik, S., Wolfe, A., and Lee, T.C. 1996. *Instruction level power analysis and optimization of software*, *Journal of VLSI Signal Processing*, 13(2): 1–18.
9. Sinha A. and Chandrakasan, A. 2001. *JouleTrack – A web based tool for software energy profiling*. *Proc. Design Automation Conference*, Las Vegas, Nevada, pp. 220–225.
10. Malik, S., Martonosi, M., and Li, Y.-T.S. 1997. *Static Timing Analysis of Embedded Software*, *Proc. Design Automation Conference*, Anaheim, CA, pp. 147–152.
11. Lee, M.T.-C., Tiwari, V., Malik, S., and Fujita, M. 1997. *Power analysis and minimization techniques for embedded DSP software*, *IEEE Trans. on VLSI Systems*, 5(1): 123–135.
12. Ye, W., Vijaykrishnan, N., Kandemir, M., Irwin, M. J. 2000, *The design and use of SimplePower: A cycle-accurate energy estimation tool*, *Proc. Design Automation Conference*, Los Angeles, CA, pp. 340–345.
13. Catthoor, F., Wuytack, S., De Greef, E., Balasa, F., Nachtergaele, L., and Vandecappelle, A. 1998. *Custom Memory Management Methodology: Exploration of Memory Organization for Embedded Multimedia System Design*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
14. Furber, S. 2000. *ARM System-on-Chip Architecture*, Harlow, Addison-Wesley.
15. Sinevriotis, G. and Stouraitis, Th. 2001. *SOFLOPO: low power software development for embedded applications*, ESPRIT ESD-LPD Project 25403, Public Final Report.
16. Pressman, R.S. 1997. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, New York, McGraw-Hill.
17. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. *Матричные вычисления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 548 с., ил.*

ПРАВИЛА РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.В. Юрченко
ЗАО «ЕС-лизинг»,
г. Тула

Энергоэффективные информационные технологии представляют собой теорию и практику проектирования, производства, использования и размещения компьютеров, серверов, и взаимодействующих с ними подсистем таких, как мониторы, принтеры, устройства хранения, сетевое оборудование и средства связи, рационально и эффективно с минимальным, или нулевым воздействием на окружающую среду.

Из определения энергоэффективных информационных технологий можно дать частное определение для энергоэффективного программного обеспечения (ПО). Энергоэффективное ПО это компьютерное ПО, которое можно рационально и эффективно разрабатывать и использовать с минимальным, или нулевым воздействием на окружающую среду.

Для энергоэффективного ПО существует множество практик, методик, которых рекомендуется придерживаться во время его разработки. Краткое описание некоторых из них приведено ниже.

Ленивая загрузка [1]. Представляет собой шаблон (паттерн) проектирования, обычно используемый в программировании для того, чтобы откладывать инициализацию объекта до того времени, когда он реально начинает использоваться.

Преимущества данного шаблона проявляются на системах с ограниченной оперативной памятью. Когда нет излишней загрузки объектов в память, то это приводит к увеличению производительности. Даже на системах с большим количеством оперативной памяти он позволяет иметь в наличии больше свободной памяти для других процессов, что в свою очередь снижает использование виртуальной памяти. А использование виртуальной памяти, особенно на системах с жесткими дисками, может быть энергозатратным и неэффективным.

Отрицательными сторонами шаблона может быть неэффективное использование энергии, поскольку он не допускает использование пакетных операций ввода-вывода, то есть происходит постоянное чтение-запись данных с устройств хранения. Отсутствие возможности переходить устройствам хранения в режим ожидания приводит к дополнительным затратам энергии.

Для применения ленивой загрузки рекомендуется увеличивать степень структурированности ПО, то есть разбивать его на большее количество меньших модулей.

Эффективная передача данных [2]. Передача небольших объемов данных через линии связи вероятней всего будет приводить к большему простоям всех устройств передачи, что приводит к экономии электроэнергии. Но, при этом могут потребоваться дополнительные вычисления для увеличения

эффективности (например, сжатие) передаваемых данных, что в свою очередь может привести к увеличению энергозатрат. Здесь необходимо соблюдать баланс.

Для мобильных устройств установление сетевого соединения может быть дорогостоящим, поэтому уменьшение количества соединений, или размера передаваемых данных может значительно сократить стоимость связи. Для проводных сетевых устройств это не так существенно, так как канал связи обычно недорогой, если не бесплатный.

Использование данной методики для увеличения энергоэффективности может быть затруднительным, поскольку очень сложно найти грань, когда дополнительные вычисления на узлах связи перевесят преимущества от передачи небольших объемов данных. Вычисление такой оптимальной по энергозатратам точки соотношения дополнительных вычислений и уменьшения объема передаваемых данных представляет собой отдельную задачу, и она может так же потребовать некоторое количество дополнительных энергозатрат, если будет реализована на узлах передачи данных.

Для увеличения эффективности передачи данных используются различные методики такие, как сжатие данных, передача только разницы (дельты) между версиями данных вместо полной перезаписи старой версии более новой, совмещение передачи прямых и обратных пакетов (полный дуплекс), использование прокси-серверов (кэширование данных на прокси-серверах) и так далее.

Выключение питания периферийных устройств. Устройства, подключенные к вычислительной системе и не участвующие в базовых операциях, называются периферийными. К периферийным устройствам относятся устройства ввода-вывода, колонки и наушники, игровые устройства, накопители информации, принтеры, сканеры, модемы, сетевое оборудование, проекторы и т.д. Если периферийные устройства не используются, то их можно переводить в режим пониженного потребления электроэнергии, либо вообще выключать. В основном, это задачи операционной системы, но, там где это возможно, разработчик ПО в своих программных продуктах должен сам понижать энергопотребление используемых периферийных устройств.

Когда отключенное устройство получает входящий запрос, то, прежде чем вернуться в рабочее состояние, происходит некоторая временная задержка. Во время этой задержки устройство включается и потребляет больше энергии, чем в режиме ожидания и даже больше, чем в стандартном рабочем режиме. Это делает неприемлемым переход в режим ожидания периферийных устройств на короткие периоды времени. Прогнозирование длительности периодов ожидания является сложной задачей, которая затрудняет выбор выключения питания периферии.

Общеизвестными примерами экономии электроэнергии могут служить выключение питания жестких дисков, или монитора в операционной системе Windows после некоторого периода отсутствия активности пользователя.

Эффективный пользовательский интерфейс. Эффективный пользовательский интерфейс может значительно сократить время, необходимое

пользователю на выполнение какой-либо операции. Ввод действий пользователя и отображение результатов выполнения программы можно сделать как эффективно, так и не эффективно. Увеличение эффективности пользовательского интерфейса не всегда означает энергоэффективность. Эффективный пользовательский интерфейс может иметь довольно интенсивные вычисления (например, чтобы в реальном времени выдавать пользователю подсказки для ввода следующих данных), и, следовательно, это будет неэнергоэффективно. Специальная область знаний, занимающаяся эффективным взаимодействием между пользователем и компьютером, называется человеко-компьютерным взаимодействием. Оно представляет собой полидисциплинарное научное направление, существующее и развивающееся в целях совершенствования методов разработки, оценки и внедрения интерактивных компьютерных систем, предназначенных для использования человеком, а также в целях исследования различных аспектов этого использования [5].

Система может быть более энергоэффективной, если она будет выполнять некоторые действия от лица пользователя, делая за него часть работы, и, как следствие, система быстрее завершит свою работу и быстрее будет выключена. В качестве примера эффективности пользовательского интерфейса можно привести макросы, которые выполняют часть действий на формах Web-страниц, передвигая курсор в следующее поле, если предыдущее уже заполнено; форматируя введенные данные по требуемым шаблонам; выдавая подсказки об ошибках для каждого поля формы, чтобы пользователь не вводил данные во все поля снова, когда в самом конце его действий будет обнаружена ошибка.

Энергозатратной реализацией эффективного пользовательского интерфейса является автоматическое заполнение полей (когда по первым введенным символам предлагается несколько готовых вариантов), встречающееся, например, в текстовых полях некоторых популярных поисковых служб, либо функция множественного прикосновения (multi-touch) на некоторых устройствах с сенсорными дисплеями.

Увеличение контрастности изображения на экране может повысить удобочитаемость и сократить время, требуемое для усвоения отображаемой информации.

Статический графический пользовательский интерфейс. Анимация в графических пользовательских интерфейсах потребляет больше энергии, чем ее статические эквиваленты. Перерисовка изображения на экране потребляет дополнительную энергию, когда производятся вычисления в компьютере для создания нового изображения, передача этого изображения в виде электрического сигнала на экран монитора, а также обновление изображения на самом мониторе. Сокращение перечисленных этапов может помочь в экономии энергии.

В современных компьютерных играх с реалистичной графикой и большим количеством кадров в секунду графический модуль (видеокарта) и процессор поддерживаются в состоянии максимального потребления

электроэнергии. Причем, электроэнергия потребляется как напрямую самим оборудованием, так и косвенно, используя системы охлаждения оборудования.

На системах с ограниченными ресурсами отключение анимации может освобождать эти ресурсы, которые, в свою очередь, могут использоваться для повышения производительности.

Распространенным способом увеличения жизни аккумуляторной батареи на ноутбуках, когда они не подключены к электросети, является отключение всех второстепенных функций операционной системы, использующих анимацию.

Ярким примером того, насколько энергоэффективным является статический пользовательский интерфейс, могут быть современные электронные книги. Они совсем не потребляют энергии, когда статически отображают текст, энергия тратится только на перелистывание страниц. Поэтому заряда аккумулятора таких устройств может хватать на несколько месяцев работы.

Примеры чрезмерного потребления электроэнергии графическими пользовательскими интерфейсами приведены в источнике [6]. Например, мигающий курсор мыши в текстовых редакторах, или обновление каждой секунды в системных часах увеличивает энергопотребление на 2 Вт. Если постоянно двигать курсор мыши, то это увеличивает энергопотребление на 15 Вт.

Балансировка нагрузки. Балансировка нагрузки представляет собой методику распределения рабочей нагрузки одинаково между одним и более компьютерами, сетевыми каналами, процессорами, жесткими дисками, и другими ресурсами. В сетевых технологиях балансировка нагрузки обычно применяется для избегания узких мест, или увеличения полосы пропускания. Балансировка нагрузки между компьютерными узлами имеет свойство увеличения производительности, например, двух медленных процессоров по сравнению с одним высокоскоростным. При этом выполняется та же работа, но без выброса большего количества тепла, а, следовательно, увеличивается энергоэффективность.

Чем выше тактовая частота процессора, тем большее количество энергии преобразуется в тепло и рассеивается, то есть остается неиспользованным. Величина, показывающая, какое количество энергии необходимо для охлаждения процессора называется энергией теплового расчета (thermal design power – TDP). Как показано в [7], энергоэффективность многоядерных процессоров выше, чем у одноядерных, при этом производительность многоядерных так же выше. Например, у процессора Intel Core 2 Duo E6750 TDP равна 65 Вт, а у Pentium 4 506 84 Вт. При этом, тактовая частота у них одинаковая и равна 2,66 ГГц, но у Core 2 Duo два ядра в одном корпусе с такой частотой.

Сокращение рабочей температуры рабочих узлов также значительно увеличивает ожидаемое время жизни оборудования.

Минусами балансировки нагрузки является сложность ее реализации. Чтобы использовать многоядерные процессоры, ПО должно быть разработано с использованием технологии параллельных вычислений – многопоточности. Параллельное программирование требует внимательного отношения к взаимодействию между потоками и разделению данных и работы между ними. Многие разработчики ПО не обучались таким технологиям.

Избегание последовательных опросов. Последовательный опрос представляет собой регулярную проверку выполнения определенных условий. Он может использоваться, например, для проверки того, пришло ли сообщение по вычислительной сети, или какие-либо данные готовы для обработки.

Вместо последовательных опросов можно использовать событийную систему обработки данных, которая является более энергоэффективной. Хотя последовательные опросы являются механизмом, работающим в плане производительности так же хорошо, как и альтернативные варианты, он потребляет больше энергии.

Альтернативами постоянным последовательным опросам могут служить более редкие последовательные опросы, сигналы, события, технология продавливания.

Чем реже выполняются последовательные опросы, тем меньше затрачивается энергии. Это не всегда возможно, но существует правило, позволяющее оптимально выполнять последовательные опросы. Выполнение последовательных опросов реже, чем плановая работа ядра операционной системы позволяет экономить значительное количество энергии. Например, для операционной системы (ОС) Windows рекомендуется проводить опрос не чаще, чем каждые 15 мс [8]. На Windows 7 имеется возможность встроить переменную в расписание таймера, и ОС сможет работать с ней наиболее энергоэффективным способом из возможных. ОС будет пытаться запустить созданное в расписании событие вместе, или близко с событием ядра ОС. Таким способом можно сэкономить большое количество электроэнергии, поскольку процессор будет простаивать между выполнением работ для ядра, не выполняя дополнительных действий в перерывах. В Windows 7 такой метод называется объединением таймеров (timer coalescing) [8].

Избегание байт-кода. Байт-код представляет собой набор инструкций, которые выполняются интерпретатором (обычно виртуальной машиной), чтобы потом быть преобразованными в машинный код. Языки программирования, которые транслируют программный код в байт-код называются интерпретируемыми языками. Наиболее популярными интерпретируемыми языками являются Java и языки семейства .NET framework.

Преимуществами байт-кода является то, что будучи перенесенным на новую платформу (операционная система, архитектура), интерпретатор может корректно запускать на исполнение любую программу в байт-коде, даже если она была создана на другой платформе. Данное свойство сделало язык программирования Java очень популярным.

Минусами метода являются накладные расходы, связанные с интерпретацией виртуальной машины байт-кода, что является чрезвычайно

неэффективным с точки зрения оптимального расхода электроэнергии. Из-за выполнения интерпретатором байт-кода выполнение программы может быть на порядок медленнее, чем у платформенно-зависимых эквивалентов (машинный код). Если можно было бы компилировать весь байт-код в машинный код перед выполнением, теоретически он бы выполнялся так же быстро, как и машинный код.

Избегание использования байт-кода, как одной из практик повышения энергоэффективности, обычно отвергается специалистами и выглядит для них нереалистичным. Причина заключается в том, что выгоды от переносимости (платформенезависимости) безоговорочно перевешивают выгоды энергоэффективности от использования собственных платформенных языков. Написание ПО на собственном языке, а затем перенос его на другую платформу может обойтись гораздо дороже, чем потери энергии от использования интерпретаторов.

В некоторых системах используются оперативные компиляторы (Just-In-Time compiler, или JIT Compiler), которые транслируют байт-код в машинный код непосредственно перед выполнением программы. Такая оперативная компиляция обычно выполняется для большинства последовательностей байт-кода. Хотя интерпретируемые языки не могут выполняться так же быстро, как компилируемые языки, JIT-компиляторы компенсируют большинство отставаний интерпретации в производительности. Для интерпретируемых языков JIT-компиляторы могут значительно повышать энергоэффективность.

Понижение тактовой частоты. У всех современных микросхем есть возможность понижения тактовой частоты. Понижение тактовой частоты приводит к понижению производительности чипа (процессора), заставляя его выполнять меньшее количество циклов работы в единицу времени. Понижение частоты напрямую сохраняет энергию, из-за пониженного энергопотребления. Но, что более важно, значительно снижается выделение тепла. Это позволяет снижать скорость вентиляторов в охлаждающих системах, либо вообще не пользоваться активным охлаждением.

Для настольных компьютеров, ноутбуков, и мобильных устройств 100% вычислительная мощность требуется очень редко, и с понижением производительности не должно быть никаких проблем, если это вообще будет заметно.

Похожим методом является динамическое масштабирование напряжения. Он так же выполняется для снижения потребления электроэнергии и понижения выделения тепла. Управление напряжением обычно выполняется на уровне программного обеспечения.

Для ОС Windows тактовая частота может быть изменена через BIOS. С помощью различных программных утилит таких производителей как, например, Intel, или AMD можно управлять тактовой частотой динамически.

В большинстве смартфонов, или карманных компьютерах производителем обычно устанавливаются процессоры с пониженной тактовой частотой. Это делается потому, что время жизни аккумуляторной батареи с установленным мощным процессором с заниженной тактовой частотой гораздо

дольше, чем с установленным медленным процессором с номинальной тактовой частотой.

Использование низкоуровневого программирования. Высокоуровневые языки программирования поддерживают высокий уровень абстракции от деталей компьютера. Игнорирование некоторых деталей программируемой системы позволяет быть языку более переносимым, или быть более легким в использовании и изучении. «Высокоуровневый» и «низкоуровневый» понятия относительные, так как в настоящее время язык «С» считается языком программирования низкого уровня, тогда как в те времена, когда он разрабатывался, он считался языком высокого уровня.

К отрицательным сторонам данного способа повышения энергоэффективности можно отнести следующее.

Языки программирования низкого уровня считаются сложными в применении. Программисту приходится иметь дело со множеством деталей, например, управление памятью, порты ввода-вывода, регистры процессора. Для эффективного программирования на низком уровне требуется высокая квалификация.

Программирование на низком уровне обычно приводит к большему количеству строк кода для достижения того же результата, что и на языке программирования высокого уровня, что приводит к большим временным затратам.

Чтобы избежать перечисленных отрицательных сторон низкоуровневого программирования, можно порекомендовать частичное написание кода на языке низкого уровня. Если приложение тратит большое количество времени на выполнение одних и тех же последовательностей программного кода, что можно их заменить языком низкого уровня. Последовательности программного кода на языке низкого уровня могут быть значительно эффективнее высокоуровневого варианта.

В качестве примера использования данного метода можно привести частое и повсеместное использование языка «С» для программирования высокоинтенсивных алгоритмов с небольшим количеством вычислений на уровне ассемблерного кода для телефонов, бытовой техники, компьютерной периферийной техники и т.д.

Список литературы

1. Martin Fowler, *Patterns of Enterprise Application Architecture*, Addison-Wesley, 2003. ISBN 0-321-12742-0
2. *Energy-Efficient Software Guidelines*. <http://software.intel.com/en-us/articles/energy-efficient-software-guidelines/>
3. А. А. Разборов *О сложности вычислений // Математическое просвещение*. — МЦНМО, 1999. — № 3. — С. 127-141.
4. С. Кук, «Вычислительная сложность функций высшего типа», *Международный конгресс математиков в Киото*, М.: «Мир», 1996, стр. 78-100.

5. Гращенко Л.А., Фисун А.П. и др. *Теоретические и практические основы человеко-компьютерного взаимодействия: базовые понятия человеко-компьютерных систем в информатике и информационной безопасности: Монография / Ред. А.П. Фисун. — Орел: ОГУ, 2004. — 169 с.*

6. FOSDEM09: "Aggressive" Linux power management. <http://lwn.net/Articles/318727/>

7. R. M. Ramanathan. *Intel® Multi-Core Processors: Making the Move to Quad-Core and Beyond.* <http://www.intel.com/technology/architecture/downloads/quad-core-06.pdf>

8. *Timers, Timer Resolution, and Development of Efficient Code.* <http://msdn.microsoft.com/en-us/windows/hardware/gg463266.aspx>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.В. Юрченко
ЗАО «ЕС-лизинг»,
г. Тула

Существует ли ответственность программных инженеров перед окружающей средой? Обычно считается, что разработка программного обеспечения (ПО) сама по себе является экологичной, и ПО вряд ли может воздействовать на окружающую среду. За исключением, конечно, когда ошибки в ПО, которое используется на предприятиях, или неверное его использование, могут привести к различным экологическим катастрофам. Но в данной работе рассматривается воздействие на окружающую среду любого программного обеспечения в общем случае, которое, предположительно, работает без ошибок и правильно эксплуатируется.

Разработчики ПО обычно не думают о тех его сторонах, которые касаются воздействия на окружающую среду. Более того, поскольку изначально предполагается, что ПО по умолчанию является экологичным, то оно разрабатывается таким образом, что может оказывать значительное воздействие на окружающую среду, при этом разработчики могут не осознавать этого. Обычно разработка ПО базируется на некоторых постулатах, которые оказывают влияние на принятие решений программным инженером:

- Закон Мура, который на протяжении более чем четырех десятилетий является одним из самых влиятельных теоретических положений в области разработки ПО. Данный закон не является законом природы, или науки в традиционном его понимании. Он является следствием наблюдений и сбора статистики роста интегральных схем, которые каждые два года удваивают плотность транзисторов на них. Более дешевые, более быстрые и более миниатюрные компьютеры на протяжении многих лет являлись и являются твердым аргументом

для миллионов разработчиков ПО, чтобы писать более медленный, более объемный и более дорогой программный код.

- Стоимость разработки. Анализ стоимости программными инженерами обычно выполняется способом, описанным в следующем примере:

1. Разработка алгоритма X занимает 1 месяц, а его выполнение на компьютере занимает 1 минуту.
2. Разработка алгоритма Y занимает 2 месяца, а его выполнение на компьютере занимает 30 секунд.
3. Выбранный алгоритм будет запускаться по несколько тысяч раз за день, и будет полностью занимать процессорное время и другие ресурсы одного, или двух серверов.
4. Какой алгоритм следует выбрать?

Проанализировав стоимость, в примере сделан вывод, что один дополнительный месяц работы программиста стоит примерно в 2-3 раза дороже, чем один новый компьютер (процессор). Сложно приводить аргументы в пользу алгоритма Y, когда его итоговая стоимость будет в несколько раз выше, чем алгоритма X. Таким образом, более медленный, а значит и менее экологичный, алгоритм X получает преимущество.

- Лень. Поскольку программные инженеры обычно не любят решать похожие проблемы каждый раз заново, то они создают библиотеки программного кода и повторно их распространяют и используют везде, где только возможно. Но это означает, что все больше и больше программисты полагаются на компоненты третьих сторон, которые обычно в тысячи раз больше по размеру, чем та часть кода этих компонент, которая реально необходима и используется. В результате, хотя это и дешевле использовать готовый программный код, чем писать свой собственный, готовые продукты требуют в десятки, или сотни раз большего дискового пространства и оперативной памяти, чем если бы продукт был полностью собственного производства, без сторонних библиотек.

Реальность такова, что быть эффективным с экономической точки зрения гораздо важнее, чем с точки зрения программной. Программные инженеры, с одной стороны, экономя свое рабочее время, с другой, помогают создавать более быстрые компьютеры с большим количеством памяти и дискового пространства, а так же помогают производителям компьютеров продавать миллионы компьютеров ежегодно, только чтобы пользователи ПО могли запускать это медленное ПО с приемлемой скоростью.

В качестве реального примера влияния функциональности ПО и оптимальности этого функционала на продажу аппаратного обеспечения можно привести функцию объемного переключения окон (Flip 3D) [1, 2], или стиль рабочего стола Aero [3, 4] в таких операционных системах, как Windows Vista, или Windows 7. Данные функции довольно требовательны к ресурсам аппаратного обеспечения и, вероятней всего, являются одними из основных

причин покупки рядовыми пользователями новых компьютеров. Общий функционал этих операционных систем, по совокупности базовых функций, практически не изменился по сравнению с предыдущими версиями такими, как Windows XP, или Windows Server 2003, поэтому осознанный выбор в пользу новых операционных систем может сделать только специалист, хорошо знающий внутренние особенности разных версий операционных систем. Обычных пользователей привлекает их новый внешний вид. Эти новые функции Windows Vista, или Windows 7 наблюдаемые в магазинах, или в рекламе, являются самыми заметными и привлекают больше всего внимания обывателей, поскольку их можно наблюдать визуально. После установки новой операционной системы, попробовав ее на своем старом компьютере (с негативным результатом), пользователь понимает, что необходимо провести обновление аппаратного обеспечения компьютера, либо необходимо целиком купить новый компьютер. Что, в конечном итоге, учитывая распространенность операционных систем семейства Windows по всему миру, приводит к нерациональному использованию природных ресурсов (электроэнергии в частности) в глобальных масштабах, с целью произвести больше компьютеров и продать их.

Поэтому, как видно из примера, разработчики ПО несут иногда большую ответственность за процесс освоения аппаратных ресурсов. Незначительные вещи, сделанные программистами, могут в итоге приводить большим последствиям.

Можно предложить некоторый ряд правил, которыми могли бы руководствоваться разработчики ПО, для которых важно разрабатывать энергоэффективное ПО:

1. Следует делать выбор в пользу быстрого программного кода вместо будущего аппаратного обеспечения. Если подождать два года и запустить свой программный код на будущем компьютере, то код выполнится в два раза быстрее, чем сегодня, но это будет неверной позицией. Чтобы разрабатывать энергоэффективное ПО, не нужно использовать самый быстрый компьютер из имеющихся в наличии в качестве эталонного стенда для тестирования производительности разрабатываемого ПО. Вместо этого рекомендуется использовать компьютер двух-четырёх летней давности производства с меньшим количеством памяти, более медленным процессором и меньшим объемом дискового пространства. Если программный код будет работать с приемлемой производительностью на таком компьютере, то вклад разработчика в стремительное повсеместное обновление аппаратного обеспечения будет значительно меньшим.

2. Следует включать влияние на окружающую среду в анализ стоимости затрат на весь программный проект. В ходе обычного анализа стоимости проекта можно прийти к выводу, что написание более медленного программного кода и покупка нескольких дополнительных компьютеров (или даже промышленных серверов) будет стоить меньше, чем стоимость дополнительных месяцев разработки ПО для написания более оптимального кода. Но не стоит забывать скрытую стоимость большего количества

компьютеров (серверов). Только стоимость электричества за один-два-три года работы компьютера может оказаться дороже, чем стоимость самого компьютера. Причем, помимо стоимости электричества, нужно еще учитывать стоимость занимаемого места компьютером (для сервера нужно покупать еще отдельно стойку), стоимость охлаждения помещения (чтобы оборудование не вышло из строя, особенно летом), стоимость канала связи (подключение компьютера, или сервера к ЛВС, или подключение его к интернету, или все вместе), стоимость дополнительных лицензий сопутствующего ПО (та же операционная система, под которой будет работать ПО, база данных, сервер приложений и т.п.). Так же необходимо учесть стоимость всех материалов и процесса промышленного производства, затраченные на производство самого компьютера (сервера), и влияние процесса производства на окружающую среду.

3. Нужно быть требовательным относительно вопросов использования оперативной памяти. В настоящее время, имея несколько гигабайт оперативной памяти (2, 4, 8 и более) на своих компьютерах, разработчики ПО зачастую забывают, что в мире существуют сотни миллионов подержанных компьютеров с несколькими сотнями мегабайт оперативной памяти (256, 512, 1024), иногда менее того. Существует аргумент, что планка новой оперативной памяти стоит относительно дешево и можно модернизировать компьютер, не покупая новый. Но старые компьютеры физически могут не поддаваться модернизации, имея технологические ограничения на максимальный объем всей оперативной памяти, которую можно установить в разъемы материнской платы, например, размером в один гигабайт. К тому же разъемы на старых материнских платах обычно уже несовместимы с планками новых типов оперативной памяти, а старые типы памяти либо не выпускаются производителями, либо очень сложно найти и они дорого стоят. Покупка новой материнской платы, которая поддерживает большие объемы новых типов оперативной памяти, будет означать в общем случае покупку нового компьютера, поскольку остальные устаревшие устройства (процессор, жесткие диски, видеокарта и т.д.) имеют устаревшие интерфейсы взаимодействия, которые обычно несовместимы с интерфейсами новых материнских плат. Следовательно, покупается новый компьютер, а старый обычно выбрасывается (сразу, или со временем), поскольку новое ПО на нем уже работать не может. И как показывает практика, новые компьютеры со всеми своими новыми устройствами (жесткие диски, оперативная память, процессор, видеокарта, системы охлаждения), более энергозатратны, несмотря на то, что новые интегральные схемы потребляют меньше электроэнергии. Если раньше блок питания обычного персонального настольного компьютера при пиковой нагрузке потреблял 200-300 ватт электроэнергии, то сейчас нижним минимальным пределом считается 450-500 ватт, а для игровых компьютеров 1 киловатт.

4. Необходимо создавать ПО собственной разработки тогда, когда только это возможно. Использование сторонних компонентов может быть хорошим подспорьем в деле экономии времени в процессе разработки ПО. Но не должно быть такой ситуации, когда из 100 мегабайт, которые занимают на устройстве

хранения, или в оперативной памяти сторонние компоненты, собственным продуктом используется только 1 мегабайт. Если соотношение общего размера сторонних компонентов к реально используемому размеру составляет 1 к 100, то следует задуматься над вариантом собственной реализации используемого функционала сторонних компонентов.

5. Нужно иногда пересматривать проделанную работу и выполнять ее заново. Каждый разработчик знает по меньшей мере с десятков областей в своем ПО, которые можно было бы сделать более эффективными. Зачастую повторная переработка критических областей может увеличить общую производительность ПО. Но разработчики обычно этого не делают, поскольку заняты добавлением новых свойств в свое ПО. Повторное решение задач, которые, как кажется, уже решены, выглядит пустой тратой времени, но удаление нескольких сотен строк кода и замена их несколькими новыми строками в итоге принесет свои плоды в виде увеличенной скорости работы ПО и меньшего использования аппаратных ресурсов.

Глядя на перечисленные правила, может возникнуть вопрос касательно того, как именно они помогут в разработке конкурентного, качественного ПО? Рассмотрим некоторые характеристики экологичного, энергоэффективного ПО:

- Простота. Чем более экологичным является ПО, тем оно более простое. Следовательно, если два программных продукта могут решать одно и ту же задачу одинаково хорошо, то экологичное решение в итоге будет предпочтительнее.
- Скорость. Экологичное ПО работает быстрее, чем обычное, следовательно, более предпочтительно. Если выбирать среди двух программных продуктов, которые решают одну и ту же задачу одинаково хорошо, в выигрыше останется то, которое быстрее.
- Низкое потребление ресурсов. Экологичное ПО потребляет гораздо меньше системных ресурсов. Опять, если выбирать между двумя программными продуктами, которые решают одну и ту же задачу одинаково хорошо, то предпочтительнее будет тот, который требует меньше ресурсов.

В свете вышесказанного могут возникнуть вопросы такие, как «Почему ОС DOS не выиграла у ОС Windows? DOS явно экологичнее Windows». Ответ – потому что существовавшие на то время задачи нужно было решать одинаково хорошо. Хотя DOS более эффективная операционная система в плане экономии электроэнергии, но вместе с тем она является однозадачной и у нее очень неудобный текстовый пользовательский интерфейс. Она не была интуитивно понятна среднему пользователю и была ограничена еще в сотне разных функций. Таким образом, операционная система DOS не предоставила в свое время одинаково приемлемое решение для задач, стоящих перед операционными системами.

Написание экологичного ПО может быть значительным конкурентным преимуществом в бизнесе, и в качестве побочного действия оно оказывает гораздо меньшее воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. <http://windows.microsoft.com/ru-RU/windows7/Using-Aero-Flip-3D>
2. <http://windows.microsoft.com/ru-RU/windows-vista/Using-Windows-Flip-3D>
3. <http://windows.microsoft.com/ru-ru/windows-vista/What-is-Windows-Aero>
4. <http://windows.microsoft.com/ru-RU/windows7/products/features/aero>

Содержание

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Романова С.М. Метод повторного использования коллекторно-дренажных вод в низовье реки Или.....	3
Уразова Т.С., Бычков А.Л., Шуваева О.В., Ломовский О.И. Гуминовые сорбенты тяжёлых металлов как средство для борьбы с загрязнениями водоёмов.....	6
Эппель А.Э., Гейко И.В., Эппель Е.Б., Конюхова Н.С. Многопараметрический контроль состава раствора в экологически чистых установках «Травление-регенерация».....	8
Алымов Е.В. Внедрение системы отдельного сбора твердых бытовых отходов в торговых центрах.....	11
Пасечник Л.А., Яценко А.С., Пягай И.Н., Суриков В.Т., Яценко С.П. Возможности применения карбонизированного шлама глиноземного производства.....	14
Никифоров И.А., Марков А.Н., Марьина В.А. Применение гальваношламов в качестве катализаторов окисления газовых смесей, содержащих СО.....	18
Кургузкин М.Г., Попов С.Ю., Янников И.М. Теоретический расчет образования биогаза для полигона ТБО города Ижевска.....	20
Полякова И.Я., Фридман А.Я., Цивадзе А.Ю., Бардышев И.И., Баринов Р.А., Бабаян М.Г., Макаров С.А., Чубатова О.И., Минибаев В.В., Смирнова Н.М. Превращение старых осадков иловых карт очистных сооружений в безопасные субстраты.....	22
Морозова Е.М., Фридман А.М., Цивадзе А.Ю., Полякова И.Я., Баринов Р.А., Бабаян М.Г., Макаров С.А., Чубатова О.И., Семин М.М., Климов В.А. Реагенты для превращения кека очистных сооружений в безопасные биомассы.....	26
Цивадзе А.Ю., Фридман А.Я., Морозова Е.М., Соколова Н.П., Полякова И.Я., Титова В.Н., Явич А.А., Баринов Р.А., Бабаян М.Г., Макаров С.А., Чубатова О.И. Глубокая переработка биомасс из осадков и кека очистных сооружений с производством тепла, плодородного грунта и топлива «Биодизель».....	28
Фридман А.Я., Цивадзе А.Ю., Бардышев И.И., Полякова И.Я., Баринов Р.А., Бабаян М.Г., Макаров С.А., Чубатова О.И., Семин М.М., Климов В.А. Новые реагенты для превращения осадков очистных сооружений в безопасные трансформируемые биомассы	30

Кутлиахметов А.Н., Низамутдинова Н.Р., Шайдулина Г.Ф., Сафарова В.И. Анализ экологической опасности различных объектов золотодобычи.....	34
Русакова С.М., Горичев И.Г., Артамонова И.В., Терехова М.В. Исследование скоростей растворения титанатов с целью усовершенствования процесса выщелачивания ильменита.....	39
Данов С.М., Сулимов А.В., Овчарова А.В. Экологические аспекты технологии получения эпихлоргидрина.....	40
Байжуманова Т.С., Тунгатарова С.А., Касымхан К., Жумабек М. Переработка легких алканов в олефины и водород на полиоксидных катализаторах.....	41
Верин Д.А., Рамазанов К.Р., Арзамасцев С.В. Переработка отходов акрилатных производств.....	42
Алексеева А.А., Шаймарданова А.Ш., Степанова С.В. Использование листового опада в качестве материала для удаления нефти с водных поверхностей.....	46
Сафаров А.М., Коноплева С.Н., Исачкина Л.Я., Сафарова А.М. ОЦЕНКА Влияния источников загрязнения на качество атмосферного воздуха южного промышленного узла республики Башкортостан.....	48
Арустамов Я.Р., Чурилина Е.В., Губин А.С., Суханов П.Т. Концентрирование карбарила сорбентами на основе n-виниламидов из водных и водно-солевых сред.....	50
Курмышева А.Ю., Артамонова И.В., Горичев И.Г. Экспериментальное изучение адсорбции молибдат-ионов при разных значениях рН.....	51
Бураков А.Е., Романцова И.В., Буракова Е.А., Ткачев А.Г. Очистка газов от аэрозольных частиц волокнистыми фильтрующими материалами, поверхностно модифицированными нанокремнеземом.....	53
Лаврик Н.Л., Муллоев Н.У. Спектральная зависимость эффективности тушения флуоресценции как метод изучения дисперсности гуминовых кислот.....	56
Бейгельдруд Г.М. Начисление штрафов за превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) в сточных водах предприятиям Тулы.....	62
Бейгельдруд Г.М. Металлоконструкции в очистных сооружениях.....	63
Липунов И.Н., Первова И.Г. Химическая активность и вяжущие свойства оксида магния, содержащегося в твердых отходах магниевых производств.....	64
Николаев И.В., Липунов И.Н. Композиционный прессовочный материал из промышленных отходов.....	69

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

Искужина Р.Р. Новое безопасное средство защиты растений.....	73
--	----

Каримов А.Н. Техногенная миграция металлов в почве.....	74
М.И. Денисюк, О.В. Шуваева. Определение микроэлементов в высокоминерализованных природных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.....	75
Афанасьева Н.Н., Козлова Т.Н. Опасность воздействия электромагнитных полей искусственного происхождения на живые организмы.....	78
Кудрин А.Г. Вечный огонь и «пожалуйста».....	81
Конкина И.Г., Князева О.А., Муринов Ю.И. К вопросу профилактики онкозаболеваний.....	85
Семендяев Е.А., Беляева Л.С., Невьянцева Р.Р. Сравнительный анализ воздуха на бензозаправочных и газозаправочных станциях.....	86
Лаврик Н.Л. Инновации в производстве аппаратов для получения перекристаллизованной (талой) питьевой воды.....	89
Бураков А.Е., Буракова Е.А., Романцова И.В., Ткачев А.Г. Инновационная технология создания нового вида адсорбентов для приготовления водно-спиртовых смесей с применением нанотехнологий.....	93
Лаврик Н.Л. Определение наличия перекиси водорода в «Холодном кипятке» методом абсорбционной спектроскопии.....	97
Бейгельдруд Г.М. Проектирование экологического оборудования.....	99

ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Усманов А.С., Пономарев А.Ф. Об экологических проблемах использования современных электронных устройств.....	101
--	-----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

Виноградов В.Ю. Развитие аэроакустических методов зондирования природных и искусственных сред.....	103
Юрченко А.В. Метрики энергоэффективности для программных систем.....	104
Юрченко А.В. Правила разработки энергоэффективного программного обеспечения.....	116
Юрченко А.В. Проектирование и разработка энергоэффективного программного обеспечения.....	123

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Доклады восьмой всероссийской научно-технической конференции

Авторское редактирование

Подписано в печать 14.09.2012.
Формат бумаги 60 84×1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. Л. 4,8. Уч.-изд. л. 3,85
Тираж 500 экз. Заказ ¹⁴⁴

Тульский государственный университет
300600, г. Тула, проспект Ленина, 92

Отпечатано в издательстве «Инновационные технологии»
300041, г. Тула, ул. Оборонная, 63