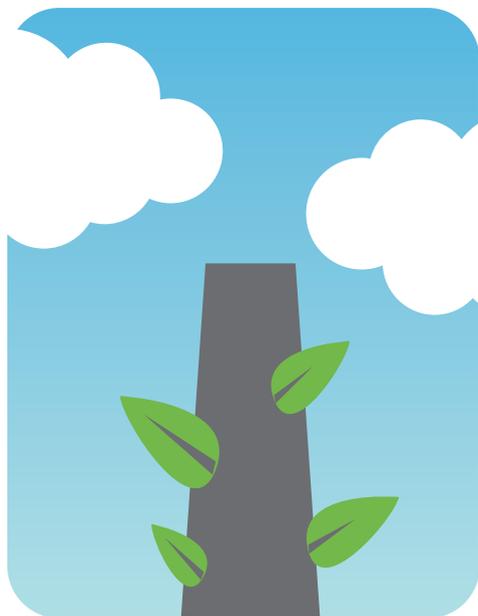


# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ



Сборник научных трудов  
часть 1

Саратов 2009

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
**Саратовский государственный технический университет**

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

**Сборник научных трудов**

Под редакцией профессора Т.И. Губиной

**Часть 1**

**Саратов 2009**

Сборник научных статей составлен на основе материалов 4-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась на базе СГТУ при финансовой поддержке ФГУ «ГосНИИ ПЭ» г. Саратова в 2009 году.

В сборнике обобщены результаты исследования в области экологии. Рассматриваются следующие вопросы: методология экологической подготовки специалистов вузов; методы экологической реабилитации различных сред; оценки риска в экологической сфере деятельности; экономические механизмы в экологическом управлении; экологический контроль производственной среды; создание экологически безопасных технологий и техники; экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения окружающей среды; методы и технологии ее защиты.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Рецензент

профессор Саратовского государственного университета  
им. Н.Г. Чернышевского, д.х.н. И.Н. Клочкова

Редакционная коллегия:

доктор химических наук, профессор Т.И. Губина (отв. редактор);  
доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова;  
кандидат химических наук, доцент Л.А. Сафронова;  
кандидат биологических наук О.В. Абросимова

Одобрено

редакционно-издательским советом  
Саратовского государственного технического  
университета

## **Секция 1 Методы экологической реабилитации различных сред**

**М.В. Авраменко**

Брянский государственный университет имени академика  
И.Г. Петровского

### **КУСТАРНИКИ С РАЗНООБРАЗНОЙ ФОРМОЙ КРОНЫ И ОКРАСКОЙ ЛИСТЬЕВ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Вопросам зеленого строительства как одному из существенных элементов благоустройства населенных мест с каждым годом уделяется все больше и больше внимания.

Площадь зеленых насаждений в городах и других населенных пунктах непрерывно растет. В связи с этим удачная планировка площадей, занятых под древесные насаждения, газоны и партеры, и особенно умелый подбор кустарников для озеленения этих площадей приобретают первостепенное значение.

Среди кустарников, используемых в садово-парковом строительстве, особое внимание привлекают те, которые, отличаясь от обычных, привычных для глаза форм, выделяются какими-либо особенностями: формой кроны, необычной окраской листьев, их формой, направлением ветвей, махровостью цветков или необычной их окраской и т. д. Особенно сильное впечатление такие необычные формы производят в том случае, когда экземпляры этих деревьев умело и художественно размещены на озелененной территории.

От размещения и компоновки кустарников в садах и парках зависит художественная ценность того или другого зеленого массива.

Исключительно большое значение в садово-парковом строительстве имеет умелый подбор видов растений, различающихся между собой величиной и быстротой роста, формой кроны, окраской и формой листьев, цветков, плодов, их обликом и т. д. Зачастую не только эти признаки определяют художественно-декоративную ценность того или другого растения, но, что самое важное, и изменчивость таких признаков во времени, с возрастом, по сезонам года и т. д.

Поэтому архитектор-планировщик и озеленитель должны не только значь богатый видовой состав годных для зеленого строительства видов кустарников, но и иметь достаточное представление о том, какими формами обладает данный вид в его внутривидовом разнообразии, как происходит динамика развития этих растений, каковы их жизненные

требования (климатические, почвенные, гидрологические, световые и т. д.).

Не только стиль всего парка, сада, но и каждый их уголок должен отвечать высоким художественным требованиям.

В садово-парковых насаждениях основным и решающим является зеленый цвет, но этот зеленый цвет не однороден, он имеет большое разнообразие тонов, это целая гамма всевозможных переходов – от светлых и нежных или ярких тонов до темно-зеленых, сине-зеленых, черно-зеленых, чистых или незаметно переходящих в желтые, красные, розовые, малиновые, фиолетовые, лиловые и другие тона и оттенки, которые иногда целиком маскируют основную зеленую окраску листьев.

Наиболее декоративны кустарники, обладающие белыми, серыми, серебристыми, серебряно-белыми и бело-пестрыми листьями: *Crataegus sanguinea* Pal., *Cr. monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., *E. argentea* Pursh., *Hippophae rhamnoides* L., *Swida alba* L., *S. sanguinea* L. другие [1].

Значительное количество видов в период осеннего листопада имеют красные, багряные и различных оттенков желтые листья.

Красные и багряные тона имеют осенью листья *Berberis vulgaris* L., *B. thunbergii* D.C., *Euonymus europaea* L., *E. verrucosa* Scop., *Ribes rubrum* L. и другие.

Кустарники с желтыми, золотистыми или желто-пестрыми листьями: *Caragana arborescens* L., *Corylus avellana* L., *Forsythia europaea* Deg. et Bald., *Ligustrum vulgare* L., *Lonicera tatarica* L., *Philadelphus coronaries* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Ribes nigrum* L., *Sambucus nigra* L., *S. racemosa*, *Symphoricarpos albus* (L.) Blake., *Swida alba* L., *S. sanguinea* L., *Viburnum lantana* L., *V. opulus* L. и другие [3].

Многие растения в период листопада имеют часть листьев, окрашивающихся в красные тона, часть листьев – в желтые и всевозможные переходы между ними.

Наличие у растений таких окрасок и оттенков обогащает палитру художника-озеленителя, дает ему богатейшие возможности к созданию величественных и подлинно художественных сочетаний.

Большой художественный эффект дают кустарники с шаровидной кроной, особенно если их крона густая и имеет правильную геометрическую форму.

Такие кустарники чаще всего размещают небольшими группами (по 3 – 5) на широких лужайках и газонах, на углах при разветвлении дорог, по углам площадок, около монументов, памятников, фонтанов и т. д. или в 1 – 2 ряда по обочинам прямых аллей.

Ввиду сравнительной бедности видов с природной шаровидной кроной (особенно в условиях северной половины лесной зоны) прибегают к искусственному созданию ее шаровидности, например путем подстрижки

и формовки *Berberis thunbergii* DC., *Crataegus oxyacantha* L., *Cr. sanguinea* Pall., *Eunymus europaeus* L., *Robinia pseudacacia* L., *Sambucus nigra* L., *Swida alba* L. и другие.

Искусственное придание шаровидности кроне таких деревьев требует частой, через 1 – 2 года, новой подстрижки и подрезки, что является делом трудоемким и дорогостоящим. Кроме того, такая подстрижка должна производиться опытным садоводом или высококвалифицированным садовым рабочим, обладающим знанием дела, опытом и «верным глазом».

Однако известно немало видов кустарников с шаровидной или полусферической формой роста (*Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Hydrangea arborescens* L. и другие).

Большинство растений с шаровидной кроной светолюбиво, а поэтому хорошо сохраняет густую шаровидную крону только в том случае, если они посажены на открытых, не притененных местах.

Очень своеобразно выглядят в садово-парковых насаждениях кустарники с плакучей формой кроны.

У одних плакучих форм развиваются нормальная высокая крона и свешивающиеся на большую или меньшую длину гибкие ветви, которые придают всей кроне своеобразный облик и особую красоту. К таким кустарникам относятся, например, *Caragana arborescens* L., *Ligustrum vulgare* L., *Robinia pseudacacia* L. и другие [2]. Даже при незначительном движении воздуха их ветви плавно покачиваются, всецело подчиняясь направлению ветра.

Управляя формой роста кустарниковых пород с помощью прививок, можно создать значительное количество очень ценных растений для садово-паркового искусства, которые паркостроитель может употребить для отделки наиболее ответственных участков и уголков.

Нет сомнения в том, что, кроме указанных кустарников, в садах и парках РФ имеется еще немало форм с повислыми ветвями, шаровидными кронами, красными, краснеющими, желтыми, золотистыми, серыми, серовато-белыми, серебристыми и пестрыми листьями.

## Литература

1. Булохов, А.Д. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская области) / А.Д. Булохов, Э.М. Величкин. – Брянск: БГПУ, 1998. – 144 с.
2. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
3. Лапин, П.И. Древесные растения ГБС АН СССР / П.И. Лапин, М.С. Александрова, Н.А. Бородина. – М.: Наука, 1975. – 547 с.

## М.В. Авраменко

Брянский государственный университет имени академика  
И.Г. Петровского

### КУСТАРНИКИ РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ г. БРЯНСКА

В зеленых насаждениях г. Брянска выявлено 75 видов кустарников, обитающих в природных условиях почти во всех районах умеренной зоны и частично в высокогорных районах субтропической зоны северного полушария: 18—в Европе, 41—в Азии и 16—в Северной Америке. Таким образом, в озеленении используется значительный процент видов, не встречающихся во флоре России.

При анализе географического происхождения растений озеленительного ассортимента мы применили районирование флоры России и указания на природные местонахождения интродуцированных видов, приведенные в XVIII томе «Флоры СССР» [1952], в VII томе «Деревьев и кустарников СССР» [Соколов, Связева, 1965] и Колесникова А.И. «Декоративная дендрология» [1974]. Для обозначения географического распространения многих видов мы использовали сочетания указанных в этих источниках районов.

Кустарники, используемые в озеленении г. Брянска, по их географическому распространению распределены в 4 группы (табл. 1).

Растения, обитающие в Европе, объединены в одну группу. Это виды с широкими ареалами в европейской части России и Европе – *Berberis vulgaris* L., *Crataegus curvisepala* Lindl., *Cr. oxyacantha* L., *Cr. ucrainica* Pojark., *Corylus avellana* L., *Cornus alba* L., *C. sanguinea* L., *Euonymus europaeus* L., *E. verrucosus* Scop., *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *S. racemosa* L., *Prunus spinosa* L., *Rosa cinnamomea* L., *R. corymbifera* Borch., *R. majalis* Herrm., *Syringa josikaea* Jacq., *S. vulgaris* L.

С растениями Средиземноморья объединены виды флоры России, встречающиеся на Кавказе, а также в эту группу входят виды Средней и Центральной Азии и Сибири. Таких в озеленении г. Брянска насчитывается 29 видов: *Amelanchier rofundifolia* Medic., *Amygdalus nana* L., *Caragana arborescens* Lam., *C. frutex* (L.) C. Koch., *Cerasus fruticosa* (Pall.)G. Woron., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl., *Cotinus coggygria* Scop., *Cotoneaster integerrimus* Medic., *C. melanocarpus* Lodd., *Cytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszer.) Klaskova, *Crataegus sanguinea* Pall., *Elaeagnus angustifolia* L., *Frangula alnus* Mill., *Hippophae rhamnoides* L., *Lonicera tatarica* L., *L. xylosteum* L., *Rhamnus catharticus* L., *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., *Rosa canina* L., *Salix acutifolia* Willd., *S. cinerea* L., *S. pentandra*

L., *S. triandra* L., *Spiraea crenata* L., *S. media* Fr. Schmidt., *S. salicifolia* L., *Viburnum lantana* L., *V. opulus* L.

Небольшую группу составляют виды с ареалами в Монголии, Китае, Японии, Корейского п-ова и на Дальнем Востоке. Это *Acer ginnala* Maxim., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Forsythia europaea* Deg. et Bald., *Phellodendron amurense* Rupr., *Philadelphus coronarius* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Syringa villosa* Vahl., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Spiraea vanhouttei* (Briot.) Zbl., *S. japonica* L. Fil.

Характеристика кустарников в зеленых насаждениях г. Брянска в зависимости от географического происхождения

Географические районы естественного распространения	Растительные зоны и типы местообитания						Всего видов	%
	Лесная зона				Лесостепь и степь	Редколесье и заросли кустарников в горах		
	Леса на водоразделах и делках		Леса в долинах рек	Леса на склонах холмов				
	хвойные	смешанные и широколиственные						
Европа	-	6	6	-	3	3	18	24
Кавказ, Средиземноморье, Сибирь, Средняя и Центральная Азия	1	9	4	4	4	7	29	38,7
Монголия, Китай, Япония, Корейский п-ов, Дальний Восток	-	1	1	4	4	2	12	16
Северная Америка	-	7	3	-	4	2	16	21,3
Всего видов	1	23	14	8	15	14	75	100
%	1,3	30,6	18,7	10,7	20	18,7	100	

Четвертую часть всех используемых в озеленении кустарников составляют виды Северной Америки (16 из 75). Это *Amelanchier spicata* (Lam.)C.Koch., *A. canadensis* (L.) Medic., *Amorpha fruticosa* L., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., *Berberis thunbergii* DC., *Crataegus macracantha* Lodd., *Cr. submollis* Sarg., *Elaeagnus argentea* Pursh., *Hydrangea arborescens* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt., *Parthenocissus guinguefolia* (L.) Planch., *Philadelphus Lemoinei* L., *Physocarpus opulifolius*

(L.) Maxim., *Ribes aureum* Pursh., *Robinia pseudoacacia* L., *Symphoricarpos albus* (L.) Blake.

В табл. 1 показано распределение всех видов, используемых в озеленении, по выделенным районам. Большую часть в зеленых насаждениях г. Брянска составляют растения с обширными ареалами в Европе, в Европе и Азии.

Разнообразие географического происхождения характерно и для видов, которые применяются в озеленении довольно широко. Наиболее широкое применение в озеленении находят виды растений из Европы, Сибири, с широкими ареалами в Европе и Азии, большинства районов Северной Америки (таблица). Меньшее участие в массовом озеленении принимают виды растений Дальнего Востока и Восточной Азии.

По характеру условий местообитания в природе виды растений разделены на преимущественно равнинные и горные, в лесной зоне различают растения лесов на водоразделах и лесов в долинах рек. Некоторые из них, располагаясь вдоль берегов рек, заходят в лесостепную и степную зоны.

Виды растений, общие для степи и лесостепи Европы, Сибири и Средней Азии, объединены в группу степных растений. Это в основном мезофиты, растущие здесь по берегам рек.

Виды горных областей распределены в следующие группы по районам обитания: смешанные и лиственные леса среднего и нижнего поясов гор, заросли кустарников и редколесье на сухих горных склонах, осыпях и скалах. Следует оговориться, что отнесение вида растений к какому-либо одному типу местообитания надо понимать только как указание на местообитание, наиболее для него характерное. Многие растения равнин заходят в горы, в горах некоторые виды встречаются от верхнего до нижнего пояса.

В абсолютном количестве в озеленении г. Брянска преобладают виды растений лесной зоны (всего 38 видов). Значительная часть видов растений – представители богатой растительности речных долин (14 видов), относительно мало видов из зоны хвойных лесов на равнинах и в горах, что можно объяснить более бедным видовым составом этих районов, а также низкой степенью выносливости большинства хвойных в городских условиях. Менее всего в озеленении используются виды из степных районов (8). Четвертую часть составляют виды смешанных широколиственных лесов на склонах гор (15 видов).

О перспективах использования в городском озеленении растений того или иного района можно судить по их участию в составе ассортимента в настоящее время. Таким образом, можно говорить об относительной перспективности растений различных типов местообитания для озеленения.

## Литература

1. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
2. Соколов С.Я., Связева О.А. География древесных растений СССР. М.; Л.: Наука, 1965.
3. Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952, т.18.

**Л.М. Аникина, Г.Г. Панова, О.А. Степанова, В.К. Мухоморов,  
В.Л. Судаков**

Агрофизический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

### **РЕГЕНЕРАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОРНЕОБИТАЕМЫХ СРЕД ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

В числе приоритетных задач современного овощеводства защищенного грунта – создание ресурсо- и энергосберегающих малоотходных систем выращивания растений, максимально исключаящих вредное воздействие на природную среду. Один из возможных путей ее решения заключается в увеличении срока службы гранулированных минеральных корнеобитаемых сред (КС), которые используются в качестве заменителей почвы в промышленной агрегатопонике.

Известно, что длительная круглогодичная эксплуатация КС сопровождается существенной их трансформацией, с чем сопряжено снижение продуктивности выращиваемых растений и качества получаемой растительной продукции. Происходящее при этом изменение свойств КС получило название «старение» и рассматривается по аналогии с почвами как «субстратуотомление». На основании разработанной под руководством академика Е.И. Ермакова концепции эволюции системы «КС – растение» при интенсивном круглогодичном выращивании растений в условиях защищенного грунта дано теоретическое объяснение причин старения КС, сопряженного с развитием в них первичного почвообразовательного процесса. Характерной особенностью данного процесса является интенсивное биогенное выветривание КС, сопряженное с накоплением тонкодисперсных минеральных, органоминеральных и органических соединений. Аккумулирующееся в процессе использования КС органическое вещество представлено корневыми остатками различной степени разложения, продуктами метаболизма растений и многочисленных микроорганизмов. В результате естественной трансформации органической компоненты происходит обогащение корнеобитаемого

субстрата физиологически активными соединениями, способными отрицательно влиять на рост, развитие и продуктивность выращиваемых растений. Формирование и динамика микробиотического комплекса в КС определяются количеством и качеством поступающего в них органического вещества. Длительное использование КС под монокультурой приводит к неблагоприятным для растений изменениям в составе микробного сообщества. Наблюдается рост спорообразующих форм бактерий, увеличение численности грибов, увеличивается патогенный потенциал КС.

Выполненный нами статистический анализ взаимосвязи динамики формирующегося в минеральных КС органического вещества и биотического сообщества с динамикой продуктивности растений и качеством растительной продукции, показал ослабление причинно-следственной связи между органическим веществом и микробиотическим сообществом КС. Данное обстоятельство является решающим фактором статистически достоверного снижения продуктивности растений и качества получаемой продукции в условиях длительного использования КС вне зависимости от их минерального состава и вида культивируемых растений. Полученные результаты показывают, что, используя в качестве управляющего фактора приемы регулирования содержания органического вещества, можно поддерживать на высоком уровне продуктивность растений и при этом получать качественную растительную продукцию.

Основываясь на результатах исследований, мы разработали способ комплексной кислотно-щелочной регенерации минеральных КС, предусматривающий систему последовательных приемов: компостирование → обработка 0,005-0,01н. растворами минеральных кислот → промывка водой → обработка 0,03-0,05н. растворами щелочи → промывка водой. Применение указанных мероприятий обеспечивает снижение содержания органического вещества в КС, включая и физиологически активную его часть. Частично удаляются тонкодисперсные соединения различной природы, продукты жизнедеятельности растений и микроорганизмов, снижается численность потенциально патогенных микроорганизмов. Таким образом, комплексная кислотно-щелочная обработка минеральных почвозаменителей обеспечивает восстановление их агробиологических свойств, частичную стерилизацию и, как следствие, – улучшение условий жизнеобеспечения растений. Периодическое применение кислотно-щелочной регенерации минеральных почвозаменителей в ходе длительного их использования позволяет поддерживать на более высоком уровне продуктивность растений и получать высококачественную продукцию.

Комплекс указанных воздействий на КС не изменяет заметным образом направленность естественно протекающих в них эволюционных

почвообразовательных процессов, но приводит к частичной нормализации массообмена в системе «КС – растение», что обуславливает более высокую продуктивность посевов на регенерированных субстратах (рис. 1-2).

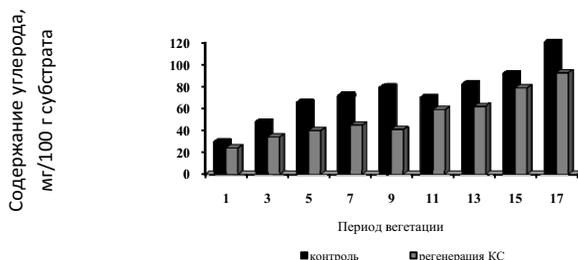


Рис. 1. Динамика содержания органического вещества в КС при длительном использовании их для культивирования растений

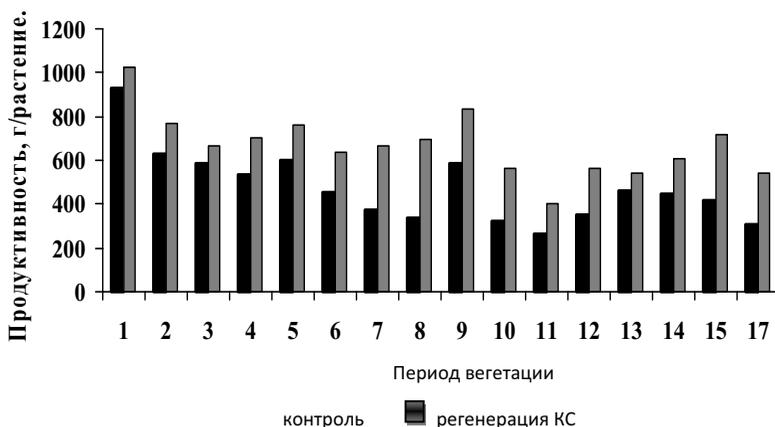


Рис. 2. Продуктивность растений томата на КС длительного использования

Предложенный способ регенерации КС дает возможность существенно удлинять срок службы минеральных почвозаменителей и при этом поддерживать на более высоком уровне продуктивность растений и их качественные показатели. Способ экономичен и может быть реализован в любом агрегатопонном хозяйстве, поскольку для его реализации не требуется дорогостоящего оборудования, дефицитных материалов и

реактивов, исключается применение пестицидов, дезинфицирующих средств. Одним из существенных преимуществ способа кислотно-щелочной регенерации минеральных КС является его технологическая безвредность и экологическая безопасность. Продукты регенерации не только не загрязняют окружающую среду, но при рациональном использовании могут давать хозяйствам дополнительную прибыль.

**И.А. Антонова, Т.И. Губина**

Саратовский государственный технический университет

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФОГИПСА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Основной вклад в образование отходов на территории Саратовской области вносит отход фосфогипса 4 класса опасности, который образуется при производстве фосфорной кислоты на предприятии ООО «Балаковские минеральные удобрения». В отвал для открытого складирования ежегодно направляется более двух миллионов тонн фосфогипса, где в настоящее время накоплено более 30 млн. тонн. Наличие такого огромного количества фосфогипса является угрозой загрязнения подземных водоносных горизонтов питьевого назначения сульфатами, фосфатами, фтором и другими загрязняющими веществами. Поэтому проблема хранения, переработки и использования фосфогипса стоит в Саратовской области очень остро. В настоящее время фосфогипс используется крайне мало, в основном как вторичное сырье в ряде производств.

Нами исследуется проблема использования фосфогипса в качестве коагулянта при очистке сточных вод промышленных предприятий.

Производственные сточные воды в большинстве случаев представляют собой слабоконцентрированные эмульсии или суспензии, содержащие коллоидные частицы размером 0,001- 0,1 мкм, мелкодисперсные частицы размером 0,1-10 мкм, а также частицы размером 10 мкм и более.

В процессе механической очистки из сточных вод достаточно легко удаляются частицы размером 10 мкм и более, мелкодисперсные и коллоидные частицы практически не удаляются. Таким образом, сточные воды многих производств после механической очистки представляют собой агрегативно-устойчивую систему. Для их очистки применяют метод коагуляции. При этом агрегативная устойчивость частиц нарушается,

образуются более крупные агрегаты, которые удаляют из сточных вод механическими методами.

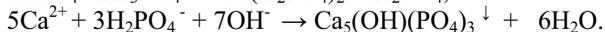
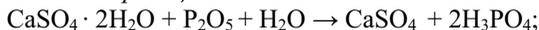
Методы коагуляции широко распространены для очистки сточных вод предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

Целесообразно применять коагулянты для доочистки биологически очищенных сточных вод от грубодисперсных, коллоидных загрязнений, растворенных высокомолекулярных органических веществ, фосфатов, фторидов. При этом коагуляционные установки включают смесители и сооружения для осветления воды (отстойники, фильтры, флотаторы или осветлители). Часто перед сооружениями осветления используется камера хлопьеобразования [1].

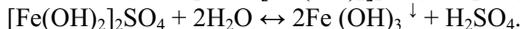
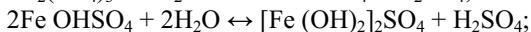
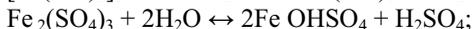
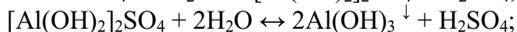
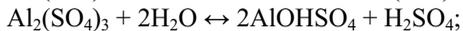
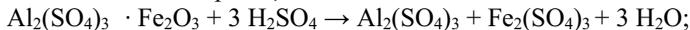
Коагулянтами являются соединения, способные гидролизываться в воде с образованием гидроксидов, обладающих высокими адсорбционными и адгезионными свойствами. По химическому составу фосфогипса можно предположить, что он может подвергаться гидролизу, так как содержит окислы фосфора, алюминия, железа и соли кальция и магния.

Известно [2], что гидролиз фосфогипса описывается следующими реакциями:

*Основные реакции:*



*Вспомогательные реакции:*



Образующиеся гидроокиси в первый момент находятся в коллоидном состоянии, но под влиянием анионов, содержащихся в воде ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ), коагулируют. Образующиеся при диссоциации коагулянта ионы  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  способствуют коагуляции отрицательно заряженных коллоидных частиц примесей. Коллоидные частицы гидроокисей коагулянтов имеют положительный заряд, поэтому в определенных соотношениях возможна также взаимная коагуляция коллоидных примесей воды и частиц коагулянта. Все перечисленные процессы ведут к тому, что агрегативная устойчивость суспендированных и коллоидных примесей резко снижается. Растущие гидратированные

хлопья коагулянта при осаждении под действием силы тяжести захватывают частицы взвеси, что способствует полному осветлению воды. Чем крупнее образующиеся хлопья, тем полнее и быстрее идет осветление.

Эффект осветления и обесцвечивания определяется многими факторами: количеством вводимого коагулянта и его свойствами, а также свойствами обрабатываемой воды, величиной рН, температурой.

Нами проводятся экспериментальные исследования коагуляции сточных вод химических производств и хозяйственно-бытового стока коммунальных предприятий с использованием фосфогипса. При этом проводится анализ исходной воды по следующим показателям: содержание взвешенных веществ, прозрачность проб воды, реакции среды рН, ХПК и БПК; разрабатываются оптимальные условия протекания процесса гидролиза коагулянта; по зависимостям времени осаждения, рН, количества взвешенных веществ от дозы коагулянта устанавливается эффективность коагулирования.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что сточные воды можно очищать с помощью фосфогипса до норм «условно-чистая вода» [2]. Наличие фосфора в очищенной воде и осадке делает целесообразным их использование для орошения и как удобрение на почвах любых типов.

#### Литература

1. Яковлев С.В. Водоотводящие системы промышленных предприятий / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 1990.
2. Капустин В.П. Предпосылки очистки жидкой фракции навоза с помощью фосфогипса / В.П. Капустин // Техника в сельском хозяйстве. - 2002. №2.

**О.А. Арефьева, Л.Н. Ольшанская, А.В. Стоянов**

Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета

#### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ ЭКСРАКТОВ ОТРАБОТАННОЙ РЯСКИ *LEMNA MINOR***

Растущее поступление сточных вод в природные водоемы приобретает характер глобальной экологической угрозы [1,2]. Стоки содержат ионы тяжелых металлов, обладающих биологической активностью, приводящей к отравлению и гибели организмов [3,4].

Поэтому актуальным является поиск и разработка методов позволяющих извлекать тяжелые металлы без дополнительной

техногенной нагрузки на окружающую среду. Последние десятилетия отмечены эффективным внедрением биологических и биоэлектрохимических способов очистки сточных вод и природных водоемов. Так, например, несомненный приоритет по эффективности и рентабельности признается за методом электрохимической фиторемедиации [5]. Метод основан на поглощении растительной клеткой токсичных веществ, за счет создаваемой на клеточной мембране разности электрических потенциалов [5].

Однако кинетика и результаты сорбции ионов из водоемов различными гидробионтами практически не изучены. Также не решен вопрос дальнейшей утилизации и вторичного использования тяжелых металлов после их извлечения.

Разработка комплексного подхода для утилизации такого рода экотоксикантов из сточных вод, позволит не только их извлекать, но и получать вторичные продукты (металлы) для промышленного использования.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности электрохимического извлечения меди из экстрактов отработанной ряски (после фиторемедиации) в потенциостатическом режиме.

Проведено извлечение меди на графитовом электроде в потенциостатическом режиме с использованием потенциостата П-5848 из сернокислых растворов, полученных после сжигания в концентрированной серной кислоте ряски *Lemma minor*, предварительно находившейся в следующих условиях:

1) раствор сульфата меди (1 мг/л) + воздействие постоянного электрического тока различной плотности (80, 240, 480 мкА/см<sup>2</sup>); 2) раствор сульфата меди (1 мг/л) + воздействие параллельного постоянного магнитного поля различной напряженности (0,5, 2,0 кА/м); 3) раствор сульфата меди (1 мг/л) + воздействие постоянного электрического тока (480 мкА/см<sup>2</sup>) и параллельного постоянного магнитного поля (2,0 кА/м).

Потенциостатические кривые (ПСК) снимали при выбранной на основе инверсионной вольтамперометрии (ИВА) величине потенциала в пике (максимуме) тока ( $E_p = 320$  мВ), характерного для выделения меди. Концентрацию меди в растительных экстрактах определяли путем интегрирования площади под  $E_p$ -кривой.

Количество меди, извлеченное из сернокислых растворов, подтверждалось спектрофотометрически (СФ).

Сравнение полученных тремя независимыми методами (табл.1.) данных позволило установить, что наиболее высокое содержание меди в фитомассе растения ряска обнаружено при извлечении под действием постоянного тока плотностью 240 мкА/см<sup>2</sup> (рис.1.).

Исследование образцов элюатов, полученных после воздействия на растения ряски параллельного постоянного магнитного поля, показало высокую концентрацию меди в вытяжках из ряски, предварительно подвергнутой воздействию поля напряженности 2.0 кА/м.

В таблице представлены данные по извлечению меди из экстрактов растений ряски *L.minor*, подвергнутой сочетанному действию постоянного тока и параллельного постоянного магнитного поля.

Во всех экспериментах наблюдали увеличение содержания ионов меди в элюатах после воздействия на растительные клетки постоянного тока и параллельного магнитного поля, что можно объяснить влиянием этих факторов на проницаемость и растяжимость клеточной мембраны. Сравнительный анализ результатов по извлечению меди ( $C_{cu}$ , мг/л) из экстрактов ряски, подвергнутой совместному воздействию параллельного постоянного магнитного поля и постоянного тока ( $j=240$  мкА/см<sup>2</sup>)

Параметр, H, кА/м	Методы исследования		
	ИВА	ПСК	СФ
0.50	0.030±0,003	0,0382±0,001	0,033±0,002
2,0	0.0312±0,003	-	0.0312±0,002

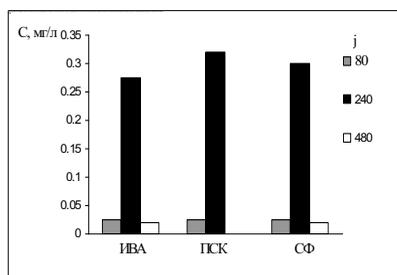


Рис.1. Количество меди, извлеченное из экстрактов ряски *L. minor* под воздействием постоянного тока ( $j$ , мкА/см<sup>2</sup>)

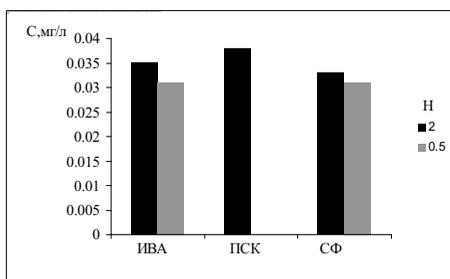


Рис.2. Количество меди, извлеченное из экстрактов ряски *L. minor* под воздействием параллельного постоянного магнитного поля (H, кА/м)

Таким образом, показана возможность извлечения меди в металлическом виде и с высоким выходом из сернокислых растительных экстрактов электрохимическим способом.

## Литература

1. Сорбенты на пути загрязнения водоемов / А.И. Блохин, Ф.Е. Кенеман, Н.С. Овчинникова, Е.М. Монахова. // Экология и промышленность. – 2000. – Февраль. – С. 25 – 28.

2. Сорбционная очистка воды для питьевого водоснабжения Москвы // Храменков С.В., А.Н. Никитин, А.И. Блохин, Ф.Е. Кенеман // Экология и промышленность России.- 1999. – Май. – С. 65 – 66.
3. Будников, Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г.К. Будников // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 23 – 28.
4. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2006 году» / Правительство Саратовской области, Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области.- Саратов, 2007. – 283 с.
5. Высшая водная растительность как элемент очистки промышленных сточных вод / В.В. Кравец, Л.Б. Бухгалтер, А.П. Алькозин, Б.Л. Бухгалтер // Экология и промышленность России. – 1999. – Август. – С. 20 – 23.

**В.П. Бобринев, Л.Н. Пак**

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

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ЧЕРНОВСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА В ОКРЕСТНОСТЯХ г. ЧИТЫ**

Открытый способ разработки угольных месторождений, по сравнению с шахтным, является наиболее эффективным и экономически выгодным. Однако производство открытых разработок неизбежно связано с нарушением природных ландшафтов, увеличением площадей, нарушаемых горными работами, образованием новых форм рельефа, развитием ветровой и водной эрозии, уничтожением растительного покрова и снижением численности животного мира в зоне работ. Техногенные ландшафты становятся источником загрязнения природных вод и атмосферы, значительного ухудшения санитарно-гигиенических и экологических условий в прилегающих к ним городах и поселках. Поэтому экологическая реабилитация техногенных земель становится социально важной и неотложной проблемой.

Черновский угольный разрез расположен в западной части города Читы. Месторождение было открыто еще в начале XIX века. В то время оно находилось на окраине краевого центра и разрабатывалось шахтным способом. Постепенно, в связи с ростом города, разрез оказался в его черте. К тому времени (в начале 70-х годов) месторождение начали разрабатывать открытым способом. А в 1980 году добыча угля была завершена.

На указанном угольном разрезе широко применялся валовый способ складирования вскрышных пород в отвалы с помощью экскаватора-драглайна ЭШ-10-40, при котором большая часть потенциально плодородных грунтов покровных отложений попадала в основание

отвалов, а на поверхности оказывались породы нижних слоев вскрыши. Засыпку разреза проводили в обратной последовательности, в результате которой на поверхности почвы оказалось 70-80% бывшего верхнего слоя и около 20-30% нижних слоев почвы. Заключительным этапом технической рекультивации была планировка поверхности разреза бульдозером.

Почвенно-растительное обследование территории Черновского угольного разреза показало, что, несмотря на лесопригодность почв, естественное зарастание поверхности разреза не решает задачу экологической реабилитации нарушенных земель. Очевидно, это было связано с экстремальными климатическими условиями региона, а именно с сильными ветрами в весенний период (до 15-22 м/с), незначительным выпадением осадков в апреле-мае (20-35 мм), низкой относительной влажностью воздуха (20-35%), резкими перепадами температуры в течение суток, особенно в поздневесенний и раннеосенний периоды (от -10° до +40°С). В таких условиях верхний слой почвы разреза быстро иссушался и подвергался ветровой и водной эрозии.

После разработки указанного месторождения «Горзеленстрой» г. Читы в целях экологической реабилитации техногенных земель предпринял попытку посева трав и посадки древесно-кустарниковых пород по упрощенной схеме. Для этого почву готовили по системе зяблевой вспашки. Посев трав проводили ручными сеялками, а посадку 2-летних сеянцев сосны обыкновенной и черенковых саженцев тополя душистого – под меч Колесова. В результате всходы трав погибли от иссушения и засекания песком, посадки сосны почти полностью погибли от недостатка влаги в верхних слоях почвы, посадки тополя оказались недолговечными, на 3-4 год после посадки они подверглись поражению сердцевинной гнилью и засохли.

На основании этого нами были проведены опытные почвозащитные посадки, для чего использовали 13 древесно-кустарниковых пород местной флоры (тополь душистый, яблоня сибирская, абрикос даурский, смородина черная, облепиха крушиновая, ранет пурпуровый, сосна обыкновенная, лиственница Гмелина, вяз мелколистный, ива трехтычинковая, ива козья, боярышник даурский, тополь лавролистный). Посадку проводили под меч Колесова с размещением 3-4-летних сеянцев и саженцев в ряду через 1,5 м, между рядами – 2,0. Почву под посадку готовили по системе черного пара с дополнительным углублением (на 70 см) на месте будущих рядов. Весенний срок посадки зависел от оттаивания почвы на глубину 25-30 см. Корневую систему сеянцев и саженцев обрабатывали в торфяно-глиняной жиже, подготовленной на 0,005% растворе гетероауксина. Надземную часть посадочного материала обрабатывали в 1% растворе ланолина. Весной следующего года в каждое

посадочное место вносили по 20 г нитрофоски из расчета 65 кг на 1 га. Уходные работы проводили весной один раз в году.

Результаты исследований показали, что:

- приживаемость искусственносозданных насаждений достигала 90%. В 10-летнем возрасте практически все деревья и кустарники в ряду сомкнулись, за исключением смородины;
- сосну обыкновенную лучше сажать после создания кулис из лиственных пород;
- в крайние ряды посадок следует вводить кустарники для снегонакопления, чередуя ряды кустарников с рядами главной породы;
- учитывая близость территории угольного разреза к городу, часть земельных участков разреза можно отдать под рекреацию и дачные участки.

**М.А. Водянова <sup>1</sup>, Е.И. Хабарова <sup>2</sup>, Л.Г. Донерьян <sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный горный университет;

<sup>2</sup>Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова;

<sup>3</sup>ГУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина РАН, г. Москва

### **СФОРМИРОВАВШИЙСЯ РЯД МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БИОАУГМЕНТАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ**

Серьёзной экологической проблемой является загрязнение среды органическими токсикантами. Поступление в окружающую среду дизельного и котельного топлива, горючесмазочных материалов, растворителей, расширение парка автотранспорта, увеличение числа АЗС и станций технического обслуживания, расширение инфраструктуры промышленных и горнодобывающих предприятий, а также городских территорий приводят к возрастанию содержания нефтепродуктов в природных объектах. Отрицательное воздействие на почву товарной продукции нефтеперерабатывающих заводов проявляется в деградации почвенного покрова, отчуждении земельных угодий из сельскохозяйственного оборота, нарушении экологического равновесия природных ландшафтов за счет воздействия нефтепродуктов на сопредельные среды (растительный покров, поверхностные и грунтовые воды, животный мир).

Наряду с уникальной способностью почвы к самоочищению благодаря активной деятельности всей совокупности живых её обитателей

(различных видов бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей, простейших, червей, личинок насекомых), существуют различные технологии биологической рекультивации загрязнённых территорий, базирующиеся на приобретённых людьми знаниях о полноценном функционировании педосферных экосистем.

Препараты-биодеструкторы нефтяного загрязнения

№	Название	Страна	Активные компоненты	Год Появления
1	Бациспектин	Россия	<i>Bacillus</i> sp. 739	1997
2	Белвитамин	Россия	нефтеокисляющие микроорганизмы	2003
3	Биодеструктор	Россия	<i>Acinetobacter valentis</i> , <i>Acin. bicooum</i> ...	1995
4	Биосет	Россия	р. <i>Arthrobacter</i> , <i>Micrococcus varians</i>	1998
5	Деворойл	Россия	<i>Candida</i> , <i>Rhodococcus</i> , <i>Pseudomonas</i>	1992
6	Дестройл	Россия	<i>Acinetobacter</i> sp.	2000
7	Ленойл	Россия	<i>Bacillus brevis</i> , <i>Arthrobacter</i> sp.	2004
8	Лестан	Россия	нефтеокисляющие микроорганизмы	1996
9	Нафтокс	Россия	pp. <i>Mycobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> ...	1996
10	Никаойл-1	Россия	<i>Pseudomonas</i> , <i>Rhodococcus</i> ...	1998
11	Олеворин	Россия	нефтеокисляющие микроорганизмы	1995
12	Путидойл	Россия	<i>Pseudomonas putida</i> 36	1990
13	Родер	Россия	<i>Rhodococcus vubber</i> , <i>Rh.erithropolis</i>	1999
14	Родобел	Беларусь	<i>Rhodococcus erythropolis</i> 5 D...	2003
15	Родотрин	Россия	нефтеокисляющие микроорганизмы	-
16	Руден	Россия	<i>Rhodococcus</i> sp. НХ 7	-
17	Экойл	Россия	<i>Mycobacterium flavescens</i> EX-S1	1994
18	Эконадин	Россия	<i>Pseudomonas Fluorescens</i>	-
19	Экосорб	Россия	нефтеокисляющие микроорганизмы	1994
20	Биосрак	США	нефтеокисляющие микроорганизмы	1992
21	Гидробас	США	нефтеокисляющие микроорганизмы	1982
22	Noggies	Германия	нефтеокисляющие микроорганизмы	1986

Подобные методы применяются в случаях, когда погодные условия не всегда оптимальны для быстрого разложения нефти и нефтепродуктов, их повышенные концентрации в почве и воде нарушают дыхательную активность почвы и микробное самоочищение почвенных и водных ресурсов.

Среди основных методов биоремедиации (биовосстановление загрязнённых объектов), широко распространенных в практике, наиболее перспективным является метод биодополнения, также имеющий название bioaugmentation (биоаугментация) или биоулучшение. Такой метод представляет собой процесс, при котором в место загрязнения вносятся специализированные микроорганизмы, чужеродные для данного места обитания, которые были заранее выделены из природных источников или специально генетически модифицированы.

Таким образом, биодegradация углеводов в естественной среде может осуществляться за счет стимуляции естественной нефтеокисляющей микрофлоры путем создания оптимальных условий для её развития (внесение азотно-фосфорных удобрений, аэрация и др.) или введения в загрязнённую экосистему углеводородокисляющих микроорганизмов (интродукция активных штаммов) наряду с добавками солей азота, фосфора, извести и т.д. Эффективность биологической рекультивации подтверждается полевыми и лабораторными испытаниями, доказывая, что использование естественных природных ресурсов экономически значительно выгоднее, несмотря на ограничение их применения весенне-летним периодом.

В качестве биорекультивантов используют микробиологические препараты, имеющие соответствующие санитарно-гигиеническое заключение и паспорт. Применяемые культуры должны быть безвредны не только для человека и животных, но и для почвенной биоты и насекомых.

В настоящее время предлагается для использования достаточно большое количество биопрепаратов. В таблице представлен перечень существующих препаратов, получивших наиболее широкое применение и известность в России, судя по имеющимся публикациям.

Каждый из этих препаратов был апробирован и имеет рекомендации по применению. Все они отличаются консистенцией (жидкие, сухие), компонентным составом, объектом обработки (почва или водные объекты, загрязнённые нефтью и нефтепродуктами). Поэтому для достижения максимального эффекта в рекультивации почв необходима информированность относительно типа почв, её микробиоценоза, состава нефти и самого биодegradатора. Некоторые препараты применимы в регионах с пониженными температурами.

Известно, что в антропогенно нарушенных почвах под влиянием соответствующего загрязнителя формируется микробицетный комплекс,

использование которого в экологическом мониторинге позволяет установить степень почвенного неблагополучия.

На сегодняшний день стоит вопрос о ранжировании микробиологических препаратов, используемых для биоаугментации нефтезагрязнённых почв.

**Е.А. Гунина<sup>1</sup>, Е.П. Пахненко<sup>1</sup>, В.А. Грачев<sup>2</sup>, Ю.А. Николаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>МГУП «Мосводоканал», Москва

## **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТВАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

Интенсивное строительство в городах приводит к выносу на поверхность моренного суглинка строительных отвалов. Данная почва является неплодородной, имеет неудовлетворительные агрохимические показатели, особенно низким является содержание в нем органического вещества. Для рекультивации почв строительных отвалов возможно использовать осадки сточных вод очистных сооружений. Осадок сточных вод (ОСВ) в большом количестве образуется на городских очистных сооружениях и нуждается в утилизации. Использование ОСВ в зеленом строительстве городов является одним из перспективных направлений их утилизации, поскольку организации, занимающиеся озеленением и благоустройством московских территорий, нуждаются в больших количествах плодородного грунта. В настоящее время для этих целей снимается плодородный слой целинных почв области. При этом происходит нарушение земель, плодородные почвы не могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве.

Для исследования удобрительной ценности ОСВ на моренном суглинке строительных отвалов был поставлен вегетационный опыт с использованием ОСВ очистных сооружений Южного Бутова и Курьяновских очистных сооружений (КОС) г.Москвы.

Агрохимические свойства осадка сточных вод очистных Юж. Бутово и КОС представлены в таблице 1,2.

Таблица 1

Агрохимические свойства осадка сточных вод Южного Бутова

Показатель	Содержание
pH(H <sub>2</sub> O)	11,2
Органическое вещество, %	39,0
N общий, % на сухое вещество	3,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % на сухое вещество	4,0
K <sub>2</sub> O, % на сухое вещество	0,32

Таблица 2

Агрохимические свойства ОСВ Курьяновской станции аэрации

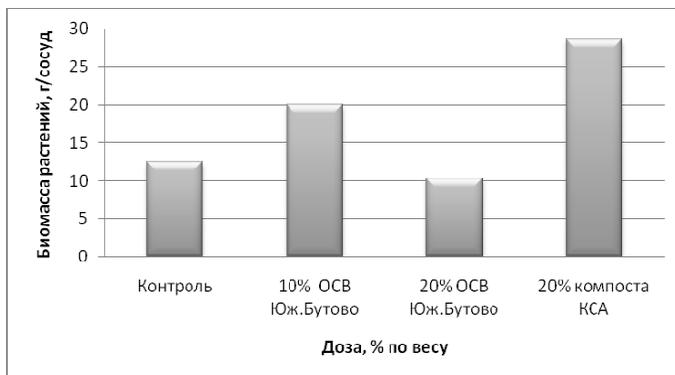
Показатель	Содержание
pH(H <sub>2</sub> O)	6,9
Органическое вещество, %	47
N общий, % на сухое вещество	3,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % на сухое вещество	6,3
K <sub>2</sub> O, % на сухое вещество	0,38

Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в ОСВ очистных сооружений Южного Бутова удовлетворяет установленным нормативам для осадков I группы, позволяющим использовать данный осадок под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, зеленных, грибов и земляники. В ОСВ КОС количество мышьяка превышает установленные нормативы, требованиям для осадков II группы осадок удовлетворяет полностью, а следовательно подходит для использования в зеленом строительстве [1].

В условиях фитотрона в 3-х кратной повторности была посеяна овсяница красная (*Festuca rubra* L.). Были проведены наблюдения за развитием овсяницы в течение 75 дней вегетации и исследован её элементный состав.

Лучшими питательными свойствами обладает компост на основе осадка Курьяновской станции аэрации. На почвосмеси с 20% добавкой компоста КСА овсяница развивает максимальную биомассу. При внесении компоста на основе осадка сточных вод Курьяновской станции аэрации, в растениях наблюдалось самое большое содержание влаги, что говорит о хорошей водоудерживающей способности компоста Курьяновской станции аэрации. Как результат высокой щёлочности осадков Южного Бутова в варианте с внесением 20% осадков Южного Бутова по весу

наблюдалась депрессия роста овсяницы, что было проиллюстрировано снижением биомассы. Вариант с дозой осадков Южного Бутова 20% по весу показал самую низкую биомассу по сравнению с остальными вариантами. При этом содержание влаги в овсянице, выращенной на почвосмеси с внесением 20% осадка Южного Бутова оказалось самым низким (рисунок).



Влияние дозы осадка Южного Бутова и компоста на основе осадка сточных вод Курьяновской станции аэрации на биомассу овсяницы

Анализ наземной биомассы овсяницы показал, что содержание свинца в наземной биомассе овсяницы заметно увеличивается только в варианте с внесением осадка Южного Бутова в дозе 20% по весу. Содержание кадмия значительно снижается в вариантах с внесением осадка сточных вод Южного Бутова, а при внесении компоста на основе осадка сточных вод Курьяновской станции аэрации значительно увеличивается и превышает содержание кадмия в контрольном варианте. Содержание хрома в наземной биомассе овсяницы во всех вариантах с внесением и компоста и осадка ниже, чем в контрольном варианте. Вследствие высокого содержания и большого разнообразия функциональных групп, органическое вещество компостов на основе ОСВ обладает защитными свойствами, связывая загрязняющие вещества в малоподвижные комплексы [2].

Содержание меди в наземной биомассе увеличивается с повышением дозы компоста и осадка. Содержание никеля в биомассе овсяницы снижается при внесении удобрения во всех вариантах по сравнению с контролем.

Несмотря на высокое содержание подвижного марганца в осадке Южного Бутова, превышающим во много раз его количество в контрольной почве, овсяница потребляет меньшее количество марганца из

почвосмесей, чем при выращивании на контрольном варианте, поскольку в щелочном интервале рН значительная часть марганца переходит в недоступные соединения. Значительно выше, чем в контрольном варианте, содержание стронция в наземной фитомассе овсяницы, выращенной на компосте КСА, что коррелирует с содержанием подвижных форм стронция в компосте. Такие элементы, как мышьяк, ртуть, селен, сурьма, уран отсутствуют в наземной массе овсяницы.

#### Литература

1. Типовой технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве органического удобрения. М: Минсельхоз РФ, 2000
2. Hsieh V. Modelling sewage sludge decomposition in soil: 1. Organic carbon transformation / V. Hsieh, L. Douglas, H. Motto // J. Environ. Qual. 1981. V. 10. P. 54-58.

**Е.Д. Данилова**

Башкирский государственный университет, г. Уфа

#### ***PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* (L.) O. SCHWARZ В СИСТЕМЕ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

В Республике Башкортостан около 60 % пахотных земель подвержены эрозии. Восстановление деградированных экосистем требует совершенствования защитных технологии обработки почвы, предусматривающих активизацию развития древесных и кустарниковых культур. Особый интерес представляет стимуляция роста используемых культур с помощью эндофитных грибов [6]. Восстановление симбиотических связей в экосистеме является ключевым фактором повышения темпов их реабилитации, поскольку восстановление симбиоза грибов с растениями повышает доступность питательных веществ растениям и улучшает почвенную структуру [7]. Арбускулярно-везикулярная микориза продуцирует гломалин, структурирующий почву, замедляя тем самым эрозию [3].

В США в борьбе с почвенной эрозией используют лапчатку кустарниковую *Pentaphylloides fruticosa*, известную как курильский чай [2, 8]. Культивирование *P. fruticosa* на эродированных землях ускоряет восстановление почвы, препятствует ее засолению. Ее используют для рекультивации территорий вокруг рудников, русел рек и многих низинных территорий.

Заросли *P. fruticosa* – излюбленное место для гнездования мелких птиц. В Аризоне и Монтане Курильский чай заготавливают в качестве

фуража для крупно-рогатого скота [2, 8]. На юго-западе США и прилегающих юго-восточных территориях Айдахо это растение поедают овцы и козы [1].

*P. fruticosa* непрерывно цветет с конца весны до первых заморозков, за что ценится в ландшафтном дизайне. Эскимосы Аляски и Арктики используют высушенные листья в качестве чая [4].

Учитывая изложенное, был проведен эксперимент по интродукции *P. fruticosa* в условиях Республики Башкортостан. Цель исследований - определение сортов *P. fruticosa*, наиболее перспективных для фитомелиорации. Критерием адаптированности курильского чая к экстремальным условиям эродированных почв служило наличие эндофитных грибов в корневой системе растения.

Объект исследований - сорта Red Ace, Pink Queen, Goldfinger, Goldteppich, Goldstar, Abbotswood и аборигенные растения, произрастающие в условиях РБ на каменистых склонах горных речек. Везикулярно-арбускулярную микоризу (ВАМ) в мацерированных корешках изучали по Phillips и Hayman [5].

Фенологические наблюдения показали, что растения отрастают в конце апреля – первой декаде мая. Фаза бутонизации начинается в первой декаде – середине июня. Цветение сортов с желтыми соцветиями при условии регулярного полива длится 120-150 дней. Наиболее раннее цветение отмечено 29 мая, наиболее позднее – 17 июня. Наибольший прирост побегов наблюдался у растений сорта «Goldfinger», «Goldstar» и аборигенной формы. Побеги желтоцветковых форм пятилистника («Goldfinger» и «Goldstar») были более зимостойки нежели сортов с розовыми и красными соцветиями («Pink Queen», «Red Ace»).

Сравнение колонизации корневой системы растений показало, что наиболее развита эндомикориза корней аборигенных растений, а также в растениях сортов «Gold Star», «Goldfinger», «Gold teppich». Эти же сорта давали максимальный прирост при вегетативном размножении.

В корневой системе *P. fruticosa* с розовыми соцветиями - «Red Ace», «Pink Queen» и белыми цветами - «Abbots wood» везикулярно-арбускулярная микориза слабо развита. Очевидно, что слабо-щелочные почвы неблагоприятны для эндосимбионтов антоциансодержащих сортов *P. fruticosa*, что обуславливает их слабую устойчивость в новых климатических условиях.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать для выращивания на склонах аборигенные растения и представителей сорта «Gold finger», «Gold star».

## Литература

1. Dayton W.A. Important western browse plants / W.A. Dayton. Miscellaneous Publication 101. U.S. Department of Agriculture, Washington DC, 1931. 214 p.
2. Epple A.O. A field guide to the plants of Arizona. / A.O. Epple. Falcon Press Publishing Co., Helena, MT, 1995. 347 p.
3. Matthias C. Rillig Glomalin, an arbuscular-mycorrhizal fungal soil protein, responds to land-use change / Rillig C. Mattias // Plant and Soil. 2003. .253. N2. P. 293-299.
4. Moerman D.E. Native American ethnobotany. / D.E. Moerman. Timber Press, Portland, OR, 1998. 927 p.
5. Phillips, K.M. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection / K.M. Phillips, , D.S. Hayman // Transactions of the British Mycology Society. 1970. 55, P.158–160.
6. Tieshang Wu. Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for the revegetation of eroded red soils in subtropical China / Wu. Tieshang et a. // Plant and Soil. 2002. Vol. 239. N 2. P. 225-235
7. Vaidya G.S. Organic matter stimulates bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in *Bauhinia purpurea* and *Leucaena diversifolia* plantations on eroded slopes in Nepal / G.S. Vaidya et.al. // Restoration Ecology 2008. Vol.16. P.79-87.
8. Vines R.A. Trees, shrubs, and woody vines of the Southwest / R.A. Vines. University of Texas Press. Austin, TX, 1986. 1104 p.

**Л.С. Жирин<sup>1</sup>, Г.С. Шутенко<sup>1</sup>, С.А. Жирин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского  
<sup>2</sup>Российский Университет Дружбы народов, Москва.

### **РОЛЬ РАСТЕНИЙ В ДЕТОКСИКАЦИИ ВРЕДНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Брянск начал формироваться как город в X веке на высоком правобережье Десны. Этот район интенсивно расчленен оврагами и балками. Строительство всегда было связано с большими трудностями. Жители сооружали насыпи, закрепляли склоны. Поэтому позже город стал застраиваться на более благоприятной территории левобережья широких террас рек Болвы, Десны, Снежети.

Город Брянск сформировался как крупный промышленный центр России, но промышленные предприятия строились вдоль рек, железнодорожных магистралей, вблизи жилых домов. В результате большинство заводов, загрязняющих воздух, располагаются в северо-западной и западной частях города. Господствующие воздушные массы переносят загрязненный воздух на восток, к местам основного расположения жилых районов. Кроме того, при постройке города Брянска планировочная структура не учитывала взаимоотношений производства с

природной средой. В городе не выделены функциональные зоны: промышленная, транспортная, санитарно-защитная и жилая. Поэтому большинство жилых районов располагается в непосредственной близости от промышленных предприятий – главных загрязнителей городской среды.

На территории города Брянска и в окрестностях преобладают предприятия металлургические, по изготовлению строительных материалов и стекла, ткацкие фабрики. Именно они, а также большая сеть узких автомобильных дорог, не рассчитанных на современное количество транспорта, являются главными загрязнителями воздуха.

Из-за расположения на относительно небольшой территории большого количества промышленных предприятий в окружающей среде города нередко присутствует не один, а множество токсичных компонентов. При этом довольно часто возникает синергизм в их действии на живые организмы, при котором суммарный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности.

Борьба с загрязнением атмосферы должна вестись, прежде всего, с помощью технических средств. Однако применение даже очень совершенных фильтров не может полностью предотвратить поступление в окружающую среду вредных веществ. Но в периоды финансовых кризисов любое предприятие, в первую очередь, экономит на экологических мероприятиях. В связи с этим для борьбы с загрязненностью атмосферы должен шире применяться и биологический метод.

Единственным выходом из сложившейся ситуации является постоянная реконструкция существующей санитарно-защитной зоны вдоль автодорог, железнодорожных путей, вблизи промышленных предприятий. Кроме того, необходимо проектирование новых насаждений, садово-парковых объектов на современных урбанизированных территориях и внутри жилых микрорайонов. Способность растений очищать атмосферу от вредных примесей определяется, прежде всего, тем, насколько интенсивно они их поглощают.

В ходе исследований мы провели мониторинг биологического состояния деревьев и кустарников, расположенных вблизи отдельных промышленных производств города Брянска. Биологический мониторинг проводился в 2005-2009 годах. Материал (листья деревьев и кустарников) отбирался на 75 пробных площадях. Наши исследования показали, что наибольшей газопоглощительной способностью обладают растения с минимальной опушенностью их листьев. Опушенность растений, с одной стороны, способствует удалению из атмосферы пыли, а с другой – тормозит поглощение газов. При изучении газопоглощительной способности листьев необходимо различать уровень интенсивности и уровень емкости газопоглощения. Некоторые виды (клен ясенелистный, клен остролистный, роза морщинистая, чубушник венечный)

характеризуются низкой газопоглотительной способностью и, благодаря этому, являются высокоустойчивыми на территории с кислотными выбросами в атмосферу.

Подбор древесных растений, которые высажены вдоль автотрасс, должен учитывать очищающую способность воздуха от выхлопных газов и свинца. В нашем городе вдоль автомобильных дорог высажены сомкнутые насаждения каштана конского, липы сердцевидной, тополя черного, тополя белого. Они интенсивно очищают воздух от свинца. При анализе сухой массы листьев в августе месяце на 1 кг листьев приходится 30-40 мг свинца.

В отдельную группу при проведении биомониторинга мы выделили окрестности предприятий, изготавливающих стекло. У 87% деревьев и кустарников, произрастающих в непосредственной близости от этих предприятий, листья поражены некрозами. Но локализация некрозов от воздействия техногенных выбросов у разных видов различная. У дуба черешчатого, березы повислой, осины обыкновенной, клена ясенелистного, клена остролистного, липы сердцевидной, лещины обыкновенной некрозы возникают по краю листовой пластинки, а у лиственницы европейской и сосны обыкновенной некротизируются кончики хвои. В дальнейшем некрозы на листьях дуба черешчатого, березы повислой, липы сердцевидной распространяются от периферии листа к осевой жилке сплошным пятном. В наибольшей степени поражается мезофилл между жилками первого порядка. У кленов описанных видов некрозы возникают на концах лопастей листа и распространяются к центру листовой пластинки. Приуроченность некрозов к определенным участкам листовой пластинки показывает, что в листьях исследованных пород существуют участки, различные по своей устойчивости к воздействию токсичных газов в связи с их структурными различиями. Хвоинки сосны опадают тем быстрее, чем сильнее загрязнен воздух. В норме хвоя сосны обыкновенной опадает через 3-4 года, но вблизи изученных промышленных предприятий в среднем через 1,5 года.

Для улучшения очистки воздуха в осенне-весенний период необходимо шире применять растения класса хвойных (Pinopsida), особенно представителей порядков сосновых (Pinales), кипарисовых (Cupressaceae), тиссовых (Taxales). В городских посадках в зимние месяцы хвойные сильно страдают от снега, убираемого с проезжей части автострад и пешеходных дорожек, который часто содержит соль, следы нефтепродуктов и вызывает механические повреждения и общее ослабление растений. А у растений семейства кипарисовых в зимние месяцы наблюдается побурение листьев в результате маскировки хлорофилла другими пигментами. Тем не менее именно хвойные в зимнее

время года помогают снизить кислотность воздуха, концентрацию токсичных газов и количество пылевых выбросов.

Среди методов биологического мониторинга природной среды важное место принадлежит учету количества содержания загрязнителей в живых организмах. Некоторые анатомо-морфологические и физиолого-биохимические признаки растений могут служить критерием количества поглощенного растениями фитотоксиканта. Однако прямая зависимость между количеством поглощенного загрязнителя и интенсивностью проявлений этих признаков может отсутствовать. В связи с этим наиболее целесообразным является непосредственное измерение количества фитотоксиканта в растительном материале. Для этой цели удобно использовать такие растения, которые обладают устойчивостью к загрязнителям и в то же время активно аккумулируют их.

**А.С. Жутов, С.М. Рогачева, Т.И. Губина**

Саратовский государственный технический университет

### **ФИТОЭКСТРАКЦИЯ ХЛОРИДА НАТРИЯ ИЗ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ *EICHORNIA CRASSIPES* (MART.) SOLMS**

Известно, что в энергетической отрасли используется до 70 % воды промышленного назначения. Замкнутые системы водопользования на объектах энергетики включают водоемы-охладители (ВО). С их поверхности постоянно испаряется вода, поэтому в ВО постепенно повышается солесодержание, что негативно отражается на работе предприятия.

В последнее время для очистки водных систем применяются биологические методы, в частности фиторемедиация, в которой используется способность высших водных растений (ВВР) к накоплению, утилизации и трансформации веществ различной химической природы. В процессе фиторемедиации токсичные вещества поглощаются растениями, инактивируются, после чего вместе с биомассой удаляются из водоемов.

Известно, что с помощью ВВР очищают водные объекты от тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов и т.д. Возможность их применения для обессоливания водоемов ранее не исследовалась. Поэтому работы в данном направлении являются новыми, актуальными и представляют практический интерес.

Ранее нами было установлено, что лучшие результаты по обессоливанию водоемов демонстрировало тропическое растение

*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms. Использование этого растения позволило получать высокие и стабильные показатели обессоливания.

Целью данной работы было изучение способности *E. crassipes* экстрагировать хлористый натрий из воды. Для экспериментального моделирования процесса нами в волжской воде содержание ионов натрия и хлора было доведено до уровня их содержания в ВО Балаковской АЭС. Поскольку *E. crassipes* является растением тропического климата, опыты проводились при температуре 19 – 27°C, с шагом 1°C. Контроль за ходом процесса осуществлялся с помощью иономера И-500 и рН-метра АНИОН-7000.

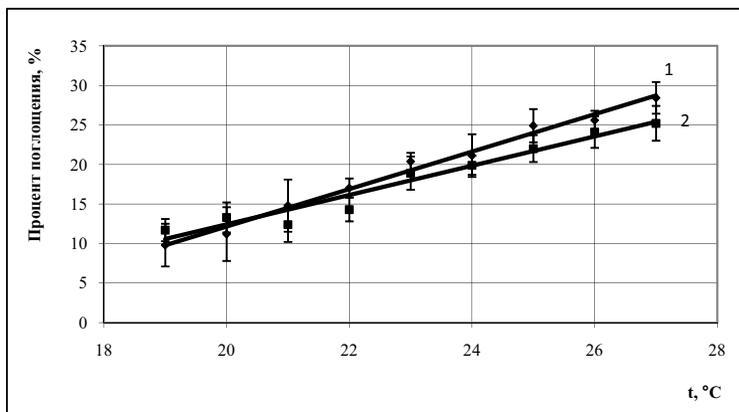
В течение недели наблюдали за состоянием растений, определяли количество отростков при вегетативном размножении. Значительных морфологических повреждений нами не отмечено. Скорость размножения *E. crassipes* составляла в среднем 2-3 дочерних растения в неделю при температурах 21-25°C; 3-4 растения – при 25-27°C; одно растение – при 19, 20°C. Обычно в природных условиях скорость размножения *E. crassipes* достигает 7-14 растений в неделю.

Известно, что при температуре воды 32-35°C имеет место только семенное размножение *E. crassipes*. В нашем случае размножение происходило вегетативным путем. При понижении температуры ниже 19°C рост и развитие растения прекращался. Все это указывает на возможность управляемого разведения данного вида растения в водоемах средней полосы России.

Установлено, что процесс поглощения NaCl усиливается при увеличении температуры. Так, при температуре 19°C процент поглощения ионов натрия составил 9,8 %, а при 25°C – 23,9 %, при 27°C – 28,4%. Для хлорид-ионов данные значения составили 10,7 %; 22,0 % и 25,2% соответственно (рисунок).

Известно, что некоторые высшие растения, помещенные в водную среду, содержащую NaCl, поглощают ионы Cl<sup>-</sup> быстрее, чем ионы Na<sup>+</sup>. Нами также установлено, что при температурах 19° и 20°C интенсивность поглощения ионов хлора выше, чем ионов натрия. Но начиная с температуры 21°C *E. crassipes* поглощает хлорид-ионы в меньшем количестве, чем ионы натрия. Подобное явление в литературе не описано. Возможно, оно связано с видовой специфичностью растения к поглощению указанных ионов.

Таким образом, показано, что регулирование температурного режима позволяет управлять процессом поглощения катионов и анионов растением. В оптимальных условиях произрастания *E. crassipes*, которые соответствуют температурному режиму водоема-охладителя, активнее поглощаются катионы натрия. Выброса катионов и анионов при понижении температуры не наблюдается.



Изменение содержания ионов Na<sup>+</sup> (1) и Cl<sup>-</sup> (2) при культивировании *E. crassipes* в водной среде в зависимости от температуры воды

**Н.А. Киреева, Н.И. Ерохина, Е.И. Новоселова, А.С. Григориади**

Башкирский государственный университет, Уфа

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВ**

Современный город представляет собой экосистему особого рода, существенно отличающуюся от природных ценозов, особенно это касается высокого уровня загрязнения внешней среды. Город Уфа – это центр нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Основную долю техногенных выбросов в зоне предприятий этой отрасли составляют углеводороды различных классов, которые аккумулируются городской почвой. Наиболее эффективными и экологически оправданными приемами восстановления таких почв является создание оптимальных условий для активизации естественной микробиоты. Нами изучалась возможность использования активного ила (АИ) в качестве стимулятора природного микроценоза для ускорения разложения углеводородов в почвах урбанизированных территорий.

АИ накапливается в больших количествах на очистных сооружениях при биологической очистке сточных вод. С ростом темпов промышленности остро встает проблема его утилизации. В последние годы интенсивно разрабатываются пути его рационального использования

в народном хозяйстве, так как он представляет собой естественную иммобилизованную микробную ассоциацию и все необходимые для обеспечения ее жизнедеятельности компоненты и в нем присутствуют значительные количества N, P, K.

В данной работе изучалась эффективность восстановления городских почв, загрязненных выбросами нефтехимических предприятий, с использованием избыточного активного ила различных предприятий: целлюлозно-бумажного производства (АИ1), нефтехимпереработки (АИ2) и биохимкомбината (АИ3).

Была произведена оценка АИ на содержание тяжелых металлов и других токсикантов. Сухой АИ1 и АИ3 оказались нетоксичными, не обладали кумулятивным действием, не содержали патогенных микроорганизмов и не способны к образованию токсичных соединений. Тяжелых металлов, хлорсодержащих соединений и других стойких органических загрязнителей обнаружено не было. Микробиологический анализ илов показал наличие основных групп микроорганизмов (сапротрофы, аммонификаторы, нитрификаторы, целлюлозоразрушающие организмы, дрожжи и микромицеты и др.). Также была отмечена высокая ферментативная активность.

АИ1 использовался нами в виде биопрепарата Белвитамил, полученного путем сгущения жидкого активного ила очистных сооружений целлюлозно-бумажного производства до 20-35 г/дм<sup>3</sup> и сушки на распылительных сушилках до влажности 10-15%. Сухой остаток активного ила содержит от 80 до 90 % органических веществ и от 7 до 12 % минеральных элементов. Органическое вещество активного ила включает 30-48 % протеина, 3-7% нуклеиновых кислот, 3-5% липидов, 30-40% клетчатки. Кроме того, в активном иле содержатся полисахариды, лигнин, целлюлозное волокно, жирные кислоты. Белвитамил богат азотом, фосфором, калием, железом и другими макро- и микроэлементами.

По данным анализа, в состав АИ3 входят аминокислоты, витамины группы В, биогенные элементы и микроэлементы. Содержание общего азота в АИ3 составляет 66,36 г/кг ила, а сырого протеина – 500 г/кг.

На основании результатов химического анализа и биотестирования для ила с очистных сооружений нефтехимпереработки был установлен 4 класс опасности, характеризующий его как малоопасное вещество. В АИ2 содержание меди, кадмия, цинка, марганца, хрома, кобальта, никеля, железа, ванадия, алюминия, ртути, мышьяка, олова, натрия, калия, кальция, магния в иле значительно выше, чем их ПДК почвы, но существенно ниже, чем установлено для ила, используемого в качестве удобрения. Проведенные исследования показали, что при внесении АИ2 в почву в дозах до 35 т/га, что соответствовало превышению ПДК почвы по без(а)пирену в 6-7 раз, количество бенз(а)пирена, перешедшего в растения,

фактически отвечало фоновому уровню. Также было выявлено, что при внесении даже 7-кратного избытка АИ2 по сравнению с рекомендованным СанПиН, заметного перехода в растения соединений металлов не наблюдалось. Таким образом, результаты тестирования АИ2 на растениях подтвердили его относительную безопасность для окружающей среды и возможность использования его для восстановления почв после нефтяного загрязнения.

Эффективность восстановления урбоценозов с использованием активных илов оценивали по содержанию остаточных нефтепродуктов и некоторым показателям биологической активности почв (ферментативная активность и численность углеводородокисляющих микроорганизмов – УОМ, которые активно участвуют в деградации нефтяных углеводородов).

Исследование содержания остаточных углеводов в восстанавливаемых почвах показало, что наиболее эффективное действие активных илов прослеживалось в опытах с высокой степенью их загрязнения. В результате рекультивации загрязненных почв с использованием АИ1 степень деградации поллютанта составила 66%, при внесении АИ2 – 62% и АИ3 – 60%, что ускорило разложение поллютанта в 1,5-1,6 раза. При внесении АИ было зарегистрировано увеличение численности УОМ во всех вариантах опыта на один-два порядка, что свидетельствует о том, что происходило расширение круга микроорганизмов-деструкторов за счет включения микроорганизмов активного ила, способных к соокислению.

Другой важный параметр, по которому оценивается состояние почвы – ее ферментативная активность. Применение АИ положительно влияло на каталазную и дегидрогеназную активность всех типов почв, восстанавливая их к концу инкубационного периода до уровня фонового. Нефтяное загрязнение почвы ингибировало каталазную активность почв, а дегидрогеназная активность, напротив, имела более высокие значения в нарушенных почвах, чем в незагрязненных. Под влиянием АИ наблюдалось повышение каталазной и снижение дегидрогеназной активности почвы. После проведения рекультивационных работ ферментативная активность восстанавливалась до уровня фоновых значений.

Таким образом, АИ способствовали интенсификации процессов деградации углеводов в урбанизированных почвах, что позволяет рекомендовать их для использования в качестве ремедиантов для восстановления урбаноземов различных типов и зон рекреации (газоны, парки, скверы и т.п.) в промышленных масштабах. Одновременно с этим открывается возможность утилизации самих илов, являющиеся отходами предприятий, которые не нашли квалифицированного применения.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИТООЧИСТКИ ВОДЫ,  
ЗАГРЯЗНЕННОЙ ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
УРУТИ МУТОВЧАТОЙ (*MYRIOPHYLLUM VERTICILLATUM*)**

Самым главным ресурсом, обеспечивающим существование всех форм жизни на Земле, является вода. Но, несмотря на то, что 70% поверхности земного шара покрыто водой, она все больше становится одним из самых дефицитных видов природных ресурсов. Кроме того, качество этого ресурса с каждым годом ухудшается, в большей степени за счет сброса в водоемы сточных вод и снижения самовосстанавливающей способности водоемов.

Фитотехнология – метод очистки сточных вод, основанный на использовании процессов природной самоочистки водных объектов, с использованием высшей водной растительности, водной микрофлоры и микроорганизмов. Процесс очистки сточных вод в водоемах с высшими водными растениями (ВВР) протекает круглый год. В настоящее время стабилизионные пруды с ВВР используются для очистки бытовых стоков, шахтных вод, при подготовке питьевой воды и т.д. Особенно высока эффективность применения биогидроботанического способа в процессе доочистки различного рода сточных вод при создании систем оборотного водоснабжения предприятия.

При очистке сточных вод чаще всего используют такие виды ВВР, как камыш, тростник озерный, рогоз узколистный и широколистный, рдест гребенчатый и курчавый, спироделла многокоренная, элодея, водный гиацинт (эйхорния), касатик желтый, сусак, стрелолист обычный, гречиха земноводная, резуха морская, уруть, хара, ирис и пр.

Из данных видов растений для лабораторных исследований наиболее пригодным является уруть мутовчатая (*Myriophyllum verticillatum*), которая растет в основном в стоячей воде на открытых солнечных местах или в полутени, морозоустойчива.

Целью исследования было изучение процесса фитоочистки сточных вод по извлечению ионов железа. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определение эффективности фитоочистки воды с использованием урути мутовчатой в зависимости от исходной концентрации железа;
- определение зависимости эффективности фитоочистки от времени обработки пробы;

- изучение зависимости эффективности очистки от количества биомассы.

В лабораторных условиях использовались модельные растворы с различной концентрацией железа (1, 2, 4, 6, 10 мг/дм<sup>3</sup>). Для определения концентрации железа использовался фотометрический метод определения с сульфосалициловой кислотой.

Для обеспечения достоверности прохождения процесса очистки за счет работы растения параллельно использовались искусственные модели урути, которые представляют собой волокнистый материал, закрепленный на носителе (проволока, пластик). Использование искусственных моделей («Проволочная», «Зеленая»), которые содержатся длительное время совместно с растением, позволит сделать вывод о возможности очистки воды микроорганизмами и бактериями, закрепленными на поверхности растения или его модели.

В ходе проведенного исследования были построены графические зависимости эффективности очистки с помощью урути и ее моделей, эффективности очистки от количества биомассы (рис. 1, 2).

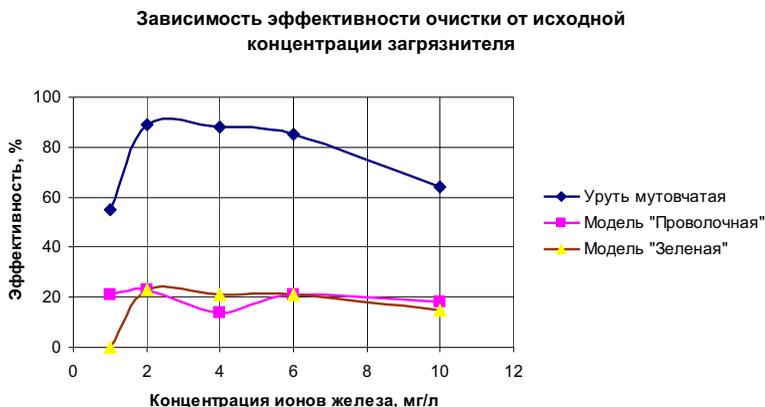


Рис. 1

По результатам проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- микроорганизмы, обитающие на поверхности растения (или моделей), поглощают железо, но не в таких больших количествах как само растение. В среднем эффективность извлечения железа с использованием урути мутовчатой составляет 70 – 75 %, использование моделей (работа микроорганизмов) позволяет снизить концентрацию железа максимально лишь на 27 %;

- наиболее оптимальное соотношение массы обрабатываемого раствора с концентрацией ионов железа от 1 до 10 мг/дм<sup>3</sup> и массы растения составляет 250 ÷ 5. Но для увеличения эффективности очистки растворов с концентраций железа более 6 мг/дм<sup>3</sup> соотношение массы раствора и массы растения может быть увеличено до 250 ÷ 10: чем больше биомасса, тем эффективнее очистка (для 250 мл раствора железа концентрацией 6 мг/дм<sup>3</sup> эффективность очистки возрастает в 1,5 раза, если вместо 5 г урути использовать 11 г; а для раствора с концентрацией 10 мг/дм<sup>3</sup>, при тех же условиях, – в 2 раза).

**Зависимость эффективности очистки от количества биомассы**

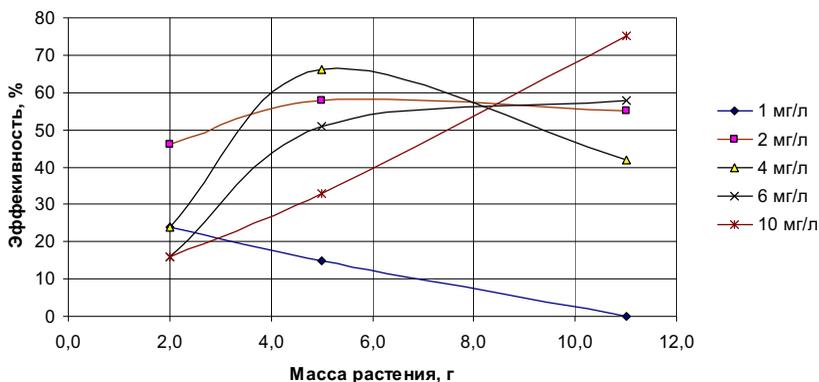


Рис. 2

Представленные результаты показывают возможность использования урути мутовчатой для проведения процессов очистки сточных вод от ионов железа.

**Ю.В. Линькова, А.Т. Дьяконова, И.Б. Котова, А.И. Нетрусов**

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

## **МЕТАНОГЕННЫЕ МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА, РАЗРУШАЮЩИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Ксенобиотические соединения, вносимые человеком в окружающую среду (инсектициды, гербициды, детергенты и др.), как правило, токсичны и весьма устойчивы. В настоящее время нагрузка на естественные процессы самоочищения биосферы является избыточной, и параллельно с незначительной деструкцией таких загрязнений идёт их постепенное накопление в окружающей среде. Вовлекать в свой метаболизм неприродные соединения способны микроорганизмы-прокариоты, которые обладают огромным метаболическим потенциалом и лабильным обменом.

Аминоароматические вещества являются побочными продуктами производства пестицидов, красителей, лекарственных препаратов и представляют собой токсичные и трудноразлагаемые соединения [1]. По ряду причин анаэробная очистка сточных вод подобных производств предпочтительнее аэробной. Основными преимуществами являются накопление незначительного количества биомассы микроорганизмов, возможность проведения процесса в концентрированных стоках, а также образование полезного продукта – биогаза.

Анаэробные сообщества, активно образующие биогаз (смесь  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ ), получали из биологического материала двух типов путем длительной адаптации к различным изомерам аминоароматических кислот. В работе использовали анаэробные мезофильные флокулярные илы очистных сооружений Курьяновской станции аэрации (для культур О4 и Р2) и пивоваренного завода «Efes Pilsner» (для культуры ЕР).

Ранее было показано влияние ряда физико-химических параметров культивирования, экзогенных акцепторов электронов и дополнительных источников углерода на процесс адаптации накопительных культур к субстратам и последующее функционирование анаэробных сообществ [2]. Определены промежуточные и конечные продукты биодegradации аминоароматических субстратов и последовательность их образования у таких культур.

В данной работе изучено потребление полученными сообществами других ароматических субстратов: бензилового и 2-гидроксибензилового спиртов, бензойной кислоты, а также азокрасителя Acid Orange 6. Бензиловый и 2-гидроксибензиловый (салициловый) спирты входят в состав лекарственных препаратов, бензойная кислота и её соли (бензоаты калия, натрия и кальция) – известные бактерициды, применяемые в

качестве консервантов пищевых продуктов, а азокраситель Acid Orange 6 широко используется в текстильной промышленности.

Бензиловый спирт активно, практически без лаг-периода, потребляли все 3 накопительные культуры, образуя летучие жирные кислоты и спирты в качестве промежуточных и  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  – в качестве конечных продуктов. Наиболее значительную деградацию наблюдали в вариантах O4 и P2, ранее подвергшихся более длительному воздействию аминоксидного субстрата, чем вариант EP. Незначительное потребление 2-гидроксibenзилового спирта с образованием  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  происходило только в варианте EP. Бензойную кислоту с образованием  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  потребляли накопительные культуры O4 и EP, причем вариант EP отличался большей активностью. Интермедиатами деструкции 2-гидроксibenзилового спирта и бензойной кислоты являлись ацетат и этанол.

Азокраситель Acid Orange 6 разрушали все три культуры, однако сообщества O4 и P2 использовали его активнее и практически без лаг-периода. В качестве промежуточных продуктов регистрировали сульфаниловую кислоту, летучие жирные кислоты и спирты, в качестве конечных –  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ .

Таким образом, выделенные нами накопительные культуры, изначально разрушавшие изомеры аминоксидных кислот, способны к деградации ряда различных аминоксидных субстратов с образованием биогаза в качестве конечного полезного продукта.

Деградация ксенобиотиков микроорганизмами является одним из важных направлений защиты биосферы. При прогнозировании судьбы поллютантов в окружающей среде и разработке различных очистных сооружений необходимо учитывать результаты исследований по микробной деструкции загрязнений. Данные настоящей работы демонстрируют потенциальные возможности микробных сообществ при очистке сточных вод вредных производств.

## Литература

1. Анаэробная биоконверсия аминоксидных соединений / О.В. Савельева, Н.А. Емашова, И.Б. Котова, А.И. Нетрусов, С.В. Калужный //Успехи современной биологии. – 2003. – Т.123. – №4. – С. 336 – 349.
2. Анаэробные микробные сообщества, разлагающие аминоксидные кислоты / И.Б. Котова, О.В. Савельева, А.Т. Дьяконова, В.И. Скляр, С.В. Калужный, А. Стамс, А.И. Нетрусов //Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т.41. – №4. – С. 422 – 428.

**ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА И ПОДБОР  
АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ЗОНАХ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИМ ВОЗДУХА**

Основная проблема городов республики Беларусь – загрязнение атмосферного воздуха, что является одним из наиболее значимых экологических факторов, определяющих состояние здоровья населения. Так, общий объем выбросов от стационарных источников в 2007 г. составил 399,2 тыс. т. В крупнейших городах нашей республики атмосфера в основном загрязняется в результате сжигания топлива, необходимого энергетике, промышленности и транспорту. В результате в атмосферу в больших количествах выбрасываются пыль, оксиды азота и серы, оксид углерода, формальдегид, фенол. Кислые газы в атмосфере связываются влагой, что ведет к образованию «кислотных дождей» [1].

В спектре выбросов имеется также большое количество хлористого водорода, источниками которого являются химические предприятия, производящие инсектициды и гербициды, соляную кислоту, органические красители, цемент, суперфосфат, уксусную кислоту, гидролизный спирт, хлорную известь, соду, калийные удобрения, пластмассу и резиновые изделия. В мировой экологической литературе имеются данные об исключительной фитотоксичности хлористого водорода. HCl относится к числу высокорекреационных окислителей, может индуцировать нарушение фундаментальных процессов фотосинтеза, дыхания, метаболизма, роста и развития растений [2].

Растительные организмы, синтезируя органическое вещество, вовлекают в метаболизм ингредиенты промышленных и транспортных отходов и тем самым, что понижает их концентрацию в воздухе, и способствует оздоровлению окружающей среды. Санитарно-гигиеническая комфортность городской среды теснейшим образом связана с газоустойчивостью древесных растений и их главной экологической полезностью – выполнением роли «зеленого фильтра», позволяющей осуществлять аккумуляцию поллютантов из воздуха и почвы. Однако газоустойчивость и газопоглощательная способность различных видов деревьев и кустарников по отношению к тем или иным токсическим газам неодинакова. Растения проявляют высокую чувствительность к газообразным токсикантам в связи с автотрофным характером метаболизма. Благодаря структурно-функциональным различиям и

особенностям генетической организации, одни виды способны переносить без заметного ущерба для себя в 5–50 раз большую концентрацию вредных газов по сравнению с другими видами [3, 4].

Поэтому перед нами возникла задача изучить фитотоксичность хлористого водорода на основании эколого-физиологических исследований сравнительной толерантности широкого спектра аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников по отношению к хлористому водороду с целью выявления наиболее устойчивых к данному поллютанту видов и подбора ассортимента древесных растений, перспективных для озеленения промышленно-городских территорий с преимущественным загрязнением HCl.

Предлагаемый нами ассортимент древесных растений составлен с учетом устойчивости видов к действию HCl, а также их способности накапливать и аккумулировать в тканях HCl. Так, нами был выявлен ряд видов (боярышник черный, боярышник Эльвангера, ива белая шелковистая, девичий виноград пятилисточковый, липа маньчжурская, липа европейская разрезнолистная, клен ложноплатановый), которые сочетают высокую устойчивость к хлористому водороду и обладают высокой газопоглотительной способностью, благодаря чему могут использоваться для очистки воздуха от газообразного хлористого водорода. Научно обоснованный ассортимент растений, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий в зонах загрязнения воздуха хлористым водородом, является существенным фактором оптимизации окружающей среды, дополнением к технологическому способу очистки атмосферного воздуха.

## Литература

1. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень, 2007 г. / НАН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2008. – 373 с.
2. Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – Киев: Наук. думка, 1978. – 246 с.
3. Сергейчик, С.А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде / С.А. Сергейчик, А.А. Сергейчик, Е.А. Сидорович; под ред. Б.И. Якушева. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 199 с.
4. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.

## НЕКОРНЕВАЯ ОБРАБОТКА РАСТЕНИЙ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ХЕЛАТНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАПТИВНЫЙ ПРИЕМ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Современная экологическая обстановка диктует необходимость создания экологически адаптивных агротехнологий с целью получения стабильно высоких урожаев качественной растительной продукции. Применение препаратов, обладающих адаптогенными и фитопротекторными свойствами, позволяющих активизировать метаболизм растений и тем самым повышать устойчивость их к абиогенным стрессам, включая загрязнение почвы различного рода токсикантами, рассматривается нами как эффективный прием в решении обсуждаемой проблемы. Выявленные в условиях регулируемой агроэкосистемы закономерности поглощения и распределения кремния в растениях позволили академику РАСХН Е.И.Ермакову с сотрудниками разработать органоминеральные кремнийсодержащие микроудобрения (КХМ, КХМ-2, КХМ-3). Кремний в составе данных микроудобрений представлен в виде раствора метасиликата натрия или калия, а в качестве хелатообразователя применены лимонная кислота, гуматы или фульваты в сочетании с 13-15 основными микроэлементами. Именно в таком композиционном сочетании разработанные препараты обладают наибольшей эффективностью.

Выполненные в полевых и контролируемых условиях испытания различных композиций КХМ показали их благоприятное воздействие на урожайность овощных и зерновых культур. Стимуляция развития и увеличение поглощающей способности корневых систем при некорневой обработке растений КХМ способствуют повышению эффективности усвоения внесенных в почву минеральных удобрений и обеспечивает повышение урожайности даже при умеренных их дозах (рис. 1).

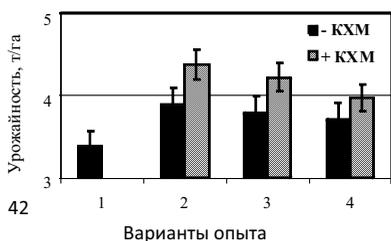


Рис. 1. Урожайность озимой пшеницы сорта Безостая-1 при некорневой обработке растений КХМ на фоне внесенных в почву (малогумусный типичный чернозем) различных доз минеральных удобрений. Варианты опыта: 1 – контроль; 2 –  $N_{77}P_{58}K_{45}$ ; 3 –  $N_{115}P_{87}K_{67}$ ; 4 –  $N_{153}P_{115}K_{89}$

Отмечено положительное влияние КХМ на урожайность зерновых культур в полевых условиях, наиболее ярко проявляющееся в неблагоприятные для развития растений засушливые годы, а также в районах с повышенным уровнем УФ-В радиации. Важным результатом применения КХМ, помимо увеличения урожайности, является улучшение качества растительной продукции, в частности уменьшение содержания нитратов в зерне ячменя в 3-10 раз.

Некорневая обработка КХМ овощных культур в защищенном грунте обеспечивает повышение устойчивости растений к условиям недостаточной освещенности и пониженной температуры, снижает (примерно на 10%) значения их оптимума для растений, что позволяет достигать больших значений продуктивности при уменьшении энергозатрат (рис. 2).

Получен также положительный эффект от некорневой обработки препаратами КХМ салата и томата. Наряду с увеличением продуктивности растений (таблица) существенно улучшается качество урожая. Например, количество нитратного азота в листьях растений салата, обработанных КХМ-3 и КХМ-2, уменьшается соответственно в 5 и 7 раз. При этом заметно снижается содержание нитратов и в плодах томата.

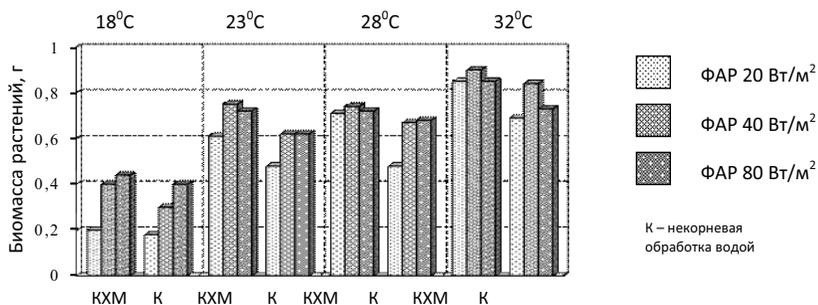


Рис. 2. Биомасса растений огурца сорта Московский тепличный при некорневой обработке раствором КХМ в условиях различных температур и интенсивности света

Продуктивность салата сорта Одесский кучерявец и томата сорта Ультрабек

Вариант опыта		Масса, г/ растение	Масса кг/м <sup>2</sup>	%
Томат	вода	690,7±61,0	13,8	100
	КХМ - Г2	1210,4±62,0	24,2	175
Салат	вода	23,6±4,0	2738,0	100
	КХМ -3	39,3±6,7	4559,0	167

Свойство КХМ активизировать метаболизм растений использовано нами при разработке мероприятий по ликвидации загрязнения агро- и экосистем химическими токсикантами. Так, при загрязнении почв жидким ракетным топливом на основе несимметричного диметилгидразина (НДМГ) некорневая обработка гороха и ячменя разных сортов препаратом КХМ обеспечивает снижение содержания данного токсиканта и его производных в надземной части и корнях растений в 2-3 раза (рис. 3). При этом происходит процесс естественного самоочищения почвы под воздействием растений и сопутствующей биоты.

Таким образом, разработанные нами кремнийсодержащие хелатные микроудобрения обладают регуляторным воздействием на растения, проявляющемся в повышении их продуктивности, устойчивости к действию абиотических стрессоров природного и техногенного происхождения. Применение некорневой обработки растений КХМ позволяет рационально уменьшать дозы вносимых в почву и иные корнеобитаемые среды минеральных удобрений при сохранении высокой продуктивности растений, способствует повышению качества растительной продукции при сокращении экономических затрат на ее производство. На загрязненных химическими токсикантами территориях применение КХМ обеспечивает существенное снижение их содержания в растениях.

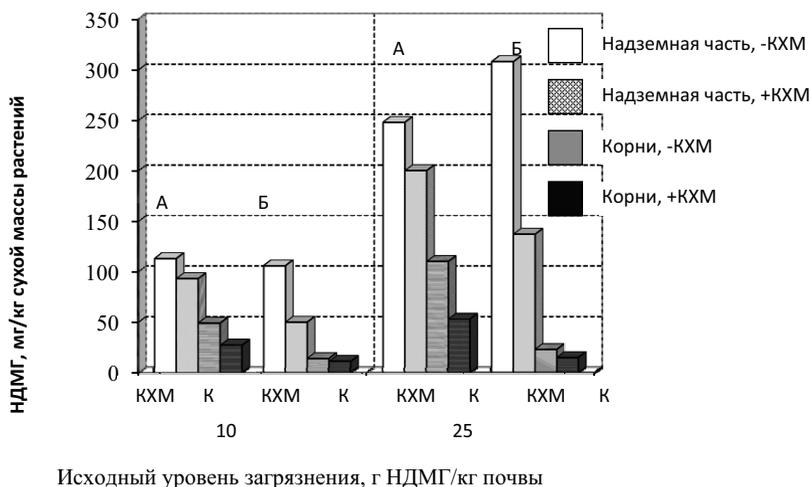


Рис. 3. Содержание НДМГ в растениях ячменя и гороха после обработки их надземной части раствором КХМ. А – ячмень, Б – горох

**Г.Г. Панова, Л.В. Пономарева**

ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, Санкт-Петербург

## **ПРИЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАПТИВНОЙ РЕМЕДИАЦИИ ХИМИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

В современных условиях глобального антропогенного загрязнения природной среды и связанного с этим ухудшения здоровья людей одной из приоритетных задач является разработка эффективных и экологически безопасных методов реабилитации нарушенных экосистем.

Полученные нами в результате комплексных исследований данные о закономерностях взаимодействия почвенно-растительных систем с нефтепродуктами, с высокотоксичным компонентом жидкого ракетного топлива несимметричным диметилгидразином (НДМГ) и их производными послужили основой для разработки приемов ремедиации химически загрязненных земель. Предложенные приемы основаны на использовании средопреобразующего и адаптационного потенциала растений и микроорганизмов, а также природных сорбентов и биологически активных средств фитопротекторного действия.

Технологический прием использования растений для реабилитации почв в местах локального химического загрязнения основан на их способности интенсифицировать деструкцию токсикантов в почвенно-растительной системе вследствие активизации деятельности микроорганизмов и процессов трансформации органического вещества в почве (Ермаков с соавт., 2005). Метод фиторемедиации включает три этапа: 1) размещение на поверхности загрязненного участка рассчитанного по толщине слоя оригинального органоминерального почвозаменителя с высокой удельной поверхностью и сорбционной способностью (Пат. №2067969 РФ, 1996) для предотвращения поступления летучих токсичных соединений в атмосферу за счет испарения. Почвозаменитель разработан на основе верхового торфа низкой степени разложения с добавлением различных минеральных компонентов, улучшающих физико-химические свойства субстрата и необходимых для оптимального развития растений и микроорганизмов; 2) размещение поверх этого слоя специальных пластинчатых контейнеров, представляющих собой органоминеральный почвозаменитель в спрессованном виде (Пат. №2073417 РФ, 1997; Пат. № 2101898 РФ, 1998) с семенами растений, толерантных к загрязнению и адаптированных к конкретным условиям региона; 3) некорневая обработка фитоценозов кремнийсодержащими хелатными препаратами для снижения содержания

токсикантов в растениях. (А.с. № 743641, 1980; Ермаков, Сембаев, 2002; Ермаков с соавт., 2007).

Разработанный почвозаменитель обладает высокой биологической активностью и обеспечивает интенсивную деструкцию сорбированных им токсичных веществ. По мере роста растений корни с сопутствующей биотой проникают в загрязненные слои почв и интенсифицируют деструкцию токсикантов, а образовавшиеся при этом продукты вовлекаются в метаболизм.

Реализация технологических операций по реабилитации загрязненных химическими токсикантами почв на полигоне космодрома «Плесецк» в природных условиях Архангельской области и в регулируемых условиях лабораторного биополигона ГНУ АФИ Россельхозакадемии обеспечивала прекращение поступления их в воздушную среду и позволяла ускорить очищение почв в 2-15 раз.

Некорневая обработка растений на загрязненных территориях разработанными биологически активными препаратами обеспечивала повышение устойчивости растений к загрязнению и интенсифицировала в 2-3 раза процессы деструкции токсикантов в них.

Способ ремедиации почв, загрязненных нефтью или продуктами её переработки, включает использование эффективных микроорганизмов-деструкторов нефтяных углеводородов, а также комплекс агротехнических и агрохимических мероприятий, обеспечивающих эффективность процессов биодеструкции. Микроорганизмы-деструкторы представлены выделенной из нефтезагрязненной почвы ассоциативной культурой ГХ-IV, включающей бактерии родов *Arthrobacter* и *Micrococcus*. Апробация метода биоремедиации нефтезагрязненных почв на нефтебазах в городах Курске и Брянске показала его высокую эффективность. Степень очистки почв при выполнении всего комплекса технологических операций составляла 65-75% от величины исходного загрязнения, что в 2,5 – 8,5 раза выше по сравнению со степенью естественной очистки почв – 7-28%. При этом в течение первого месяца рекультивационных мероприятий содержание загрязнителя в почве сокращалось в два раза, интродуцированная в почвы микрофлора быстро адаптировалась к условиям загрязнения и сохраняла углеводородокисляющую активность на протяжении времени. Разработанный способ биоремедиации почв обеспечивает эффективную очистку не только верхнего слоя почвы (0-10 см), но и более глубоких ее слоев (10-45 см).

Разработанные приемы экологически адаптивной биоремедиации почвенно-растительных систем, подвергшихся воздействию высокотоксичных соединений, могут найти широкое практическое применение в регионах, загрязненных нефтепродуктами, компонентами

ракетного топлива, ядохимикатами сельскохозяйственного назначения, токсичными отходами химических предприятий.

**Е.Н. Писаренко, С.М. Рогачева, Т.И. Губина**

Саратовский государственный технический университет

### **ФИТОЭКСТРАКЦИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ И МЕДИ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ НАХОЖДЕНИИ В ПОЧВЕ И В УСЛОВИЯХ ЕЕ СРЕДНЕГО ЗАСОЛЕНИЯ**

В настоящее время остро стоит проблема ремедиации загрязненных никелем и медью почв с повышенным солесодержанием в Балаковском муниципальном образовании Саратовской области. Так, в пахотном слое почвы Балаковского района наблюдается избыточное солесодержание, а присутствие никеля и меди составляет 2,5 ПДК и выше.

Наиболее перспективным методом восстановления загрязненных территорий считается фиторемедиация – очистка почвы с помощью растений. Ранее нами проведен скрининг фитоэкстракционной активности различных растений и установлено, что лучшими гипераккумуляторами тяжелых металлов являются кукуруза и подсолнечник, которые приспособлены к условиям произрастания в Саратовской области, в частности в Балаковском районе.

Изучение содержания солей никеля и меди в моделях почв различной степени засоления до и после выращивания на них кукурузы и подсолнечника проводилось с помощью рентгеновского флуоресцентного спектрометра «СПЕКТРОСКАН МАКС G2E».

Ранее нами было показано, что средняя степень засоления почв способствует более высокой фитоэкстракционной активности растений в отношении каждого из указанных ионов при их индивидуальном присутствии. Накопление металлов происходит в корнях, и только очень высокие концентрации этих ионов способствуют продвижению их в стебли и листья.

Целью данной работы было изучение способности кукурузы накапливать медь и никель в зависимости от их совместного содержания в незасоленной и средnezасоленной почвах. В опытах использовались сульфаты меди и никеля в следующих соотношениях ионов металлов  $\text{Cu}^{2+}:\text{Ni}^{2+}$  (мг/кг): 250:250; 500:500; 1000:1000; 250:1000; 1000:250. Наблюдения велись за всхожестью семян кукурузы, ростом и развитием растений. Всхожесть семян при всех комбинациях концентраций металлов в почве, как засоленной, так и незасоленной,

составляла не более 50 %. Процент прорастания семян падал с увеличением концентрации металлов до 38 %. Длина стеблей кукурузы составляла 16- 10 см, что также гораздо меньше длины растений, выращенных в почве, загрязненной одним видом металлов (21-14 см).

Таким образом, совместное присутствие солей меди и никеля в почве приводит к значительному ухудшению роста и развития растений, причем, засоленность почвы усугубляет ингибиторное действие металлов.

Установлено, что при совместном присутствии ионов меди и никеля в почве концентрация каждого из этих металлов в растительной биомассе меньше, чем при экстракции из почвы отдельных металлов, т.е., экстракционная способность растений при совместном присутствии в почве ионов меди и никеля снижалась, причем засоление практически не оказывало влияния на данный процесс.

Представляло интерес выяснить, каким образом ионы никеля влияют на способность растения экстрагировать ионы меди, а ионы меди влияют на способность процесса фитоэкстракции никеля. Данные сравнительных исследований приведены на диаграммах (рис. 1).

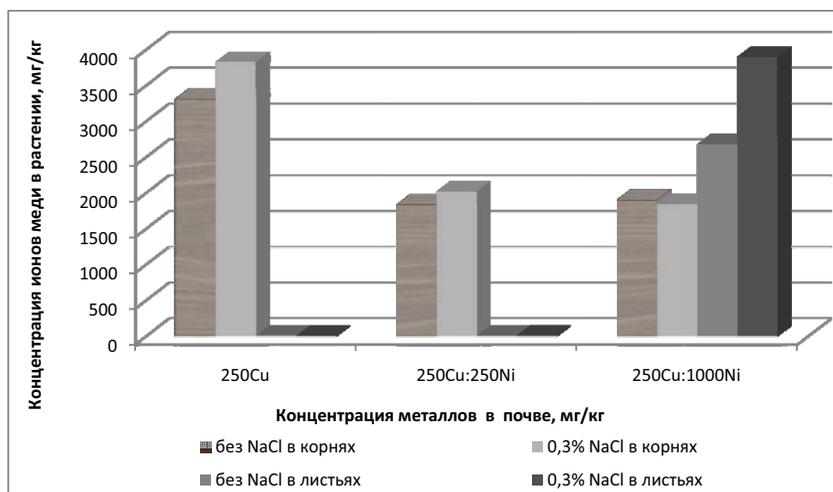


Рис. 1 Зависимость содержания меди, аккумулированной в корнях и листьях кукурузы (в мг/кг раст. биомассы) от их общей концентрации в засоленной (0,3% NaCl) и незасоленной (без NaCl) почве

Из рис. 1 видно, что при одинаковом невысоком содержании солей никеля и меди в почве медь накапливается только в корнях растений, в количествах меньших, чем при содержании только меди в почве. Засоление почв способствует некоторому увеличению содержания меди в

корнях. При увеличении содержания никеля в почве при тех же начальных концентрациях меди происходит переход меди в наземную часть растения, причем при засолении почв увеличиваются не только фитоэкстракция меди, но и ее большее поступление в листья.

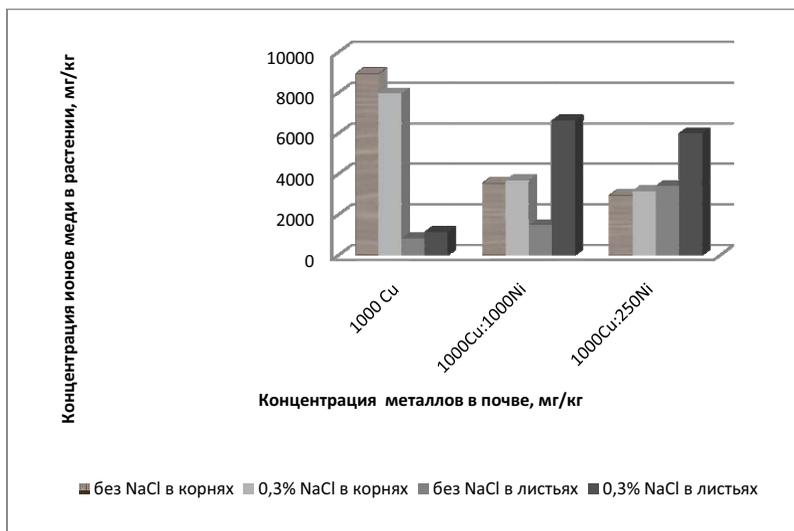


Рис. 2. Зависимость содержания никеля, аккумулированного в корнях и листьях кукурузы (в мг/кг раст. биомассы) от их общей концентрации в засоленной (0,3% NaCl) и незасоленной (без NaCl) почве

При высоком содержании меди в почве (рис. 2) происходит активное накопление меди как в корнях, так и в листьях, причем засоление почвы также увеличивает фитоэкстракцию и в большей степени активизирует процесс перехода ионов меди из корней в листья. При одинаково высоком содержании солей никеля и меди в почве переход ионов меди в листья более интенсивен, особенно для засоленных почв. При невысоком начальном содержании никеля в смеси Cu:Ni фитоэкстракция меди уменьшается, особенно для засоленных почв.

Изучение влияния на фитоэкстракцию варьирования концентрации одного из металлов при постоянной концентрации другого также показало, что для растения более предпочтительным металлом при совместном присутствии является медь, и именно медь способна в большей степени накапливаться в листьях и стеблях кукурузы.

## **ПРИЕМЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ**

В настоящее время химическое загрязнение окружающей среды, в том числе нефтью и продуктами ее переработки, представляет особую опасность, что связано с огромными масштабами добычи, транспортировки и переработки этих энергоносителей. Экологический ущерб от загрязнения почв нефтяными углеводородами весьма велик – от снижения качества и продуктивности почв до вывода земель из сельскохозяйственного оборота. В последнее время для очистки нефтезагрязненных почв успешно применяются различные технологии биоремедиации, основанные на использовании природных или селекционированных микроорганизмов, растений и др. [1,2].

Проблема биологического мониторинга нефтезагрязненных почв, несмотря на свою давнюю и неизменную актуальность, все еще далека от оптимального разрешения. Это объясняется сложностью тех геохимических систем, которые объединяются понятием «нефть и нефтепродукты», и неоднозначностью ответных реакций природной среды в целом и почв, в частности, на воздействие этой группы веществ [3]. Уменьшение концентрации загрязнителя в почве, по которой нередко контролируется биоремедиация, не всегда отражает снижение его токсичности для живых организмов. Почва может быть сильнозагрязненной, но не токсичной и, наоборот, слабозагрязненной, но сильнотоксичной. Поэтому активно продолжается поиск оптимальных приемов биотестирования для оценки степени загрязненности и токсичности почвы и уровня ее очистки.

Нами исследовался процесс очистки почвы южного чернозема, загрязненной нефтью (20 г/кг) при самоочищении и использовании двух приемов биоремедиации: интродукции нефтеокисляющего штамма *Dietzia maris* AM3 и стимуляции естественного микробного сообщества. Оценку токсичности почвы в ходе ремедиации проводили с помощью фитотестирования [4] и модифицированным нами методом определения токсичности почвы по дегидрогеназной активности бактерий [5]. В фитотесте изучали 3-суточные проростки редиса сорта «Рубин» по следующим показателям: всхожесть семян в %; средняя длина ростка и средняя длина корня. Контролем служила чистая почва.

При оценке фитотоксичности почвы были получены следующие результаты (таблица).

Показатели при оценке токсичности почвы с помощью фитотестирования и по дегидрогеназной активности штамма *Dietzia maris* АМЗ, % от контроля

Показатель	Варианты								
	самоочищение, сут			стимуляция, сут			интродукция, сут		
	0	30	60	0	30	60	0	30	60
Всхожесть	94,6	91,1	101,4	86,0	86,8	72,2	94,6	109,0	80,6
Средняя длина ростка	82,2	61,2	142,9	80,2	48,2	166,7	92,1	54,1	161,9
Средняя длина корня	120,4	105,7	102,1	85,2	108,6	108,3	89,8	144,8	116,7
Концентрация трифенилформазана	27,1	25,0	11,0	27,1	37,5	18,3	27,1	60,4	15,9

Загрязнение почвы нефтью по отношению к чистой контрольной почве несколько снижало всхожесть семян редиса, более заметно угнеталось развитие корней и ростков у редиса – на 10-15 и 8-20 % соответственно. Через 30 сут ремедиации во всех вариантах нефтезагрязненной почвы отмечались максимальное развитие гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов и максимальная интенсивность биодеградации углеводородов нефти. При этом средняя длина корней у проростков редиса была на 6-44 % выше, а средняя длина ростка, напротив, на 39-52 % ниже, чем в контроле, что свидетельствовало о токсичности почвы. Всхожесть семян через 30 суток после загрязнения при самоочищении и стимуляции была чуть ниже, чем в чистой почве, а в варианте с интродуцированным штаммом-деструктором на 9 % выше. Через 60 сут ремедиации вместе с уменьшением численности микроорганизмов почвенного сообщества снижалась скорость биодеградации. В очищенной почве наблюдалась стимуляция развития корней у проростков редиса, длина которых была на 2-16 % выше, чем в контроле. Ростки развивались лучше, чем в начале и середине эксперимента, и были на 43-67% длиннее, чем в чистой почве, что свидетельствовало об очистке почвы от загрязнителя. Всхожесть семян редиса при использовании приёмов биоремедиации была немного ниже по сравнению с контролем.

Сравнивая способы очистки почвы по показателям фитотоксичности, можно отметить, что при использовании штамма-интродуцента всхожесть семян редиса была выше, чем в остальных вариантах через 30 сут, средняя длина корня – через 30 и 60 сут, варианты с самоочищением и стимуляцией естественных микроорганизмов были близки.

Нами исследовалась также возможность применения модифицированного метода для определения токсичности почвы по

дегидрогеназной активности бактерий. Данный метод основан на способности ферментов микроорганизмов – дегидрогеназ восстанавливать за счет дегидрирования субстрата бесцветный трифенилтетразолийхлорид до трифенилформазана, имеющего темно-красный цвет. Дегидрогеназы высокочувствительны к действию ядовитых веществ, в присутствии которых их активность снижается, что позволило нам путем сравнения количества трифенилформазана, образованного дегидрогеназами микробного штамма *Dietzia maris* АМЗ, в опытах и контроле оценить степень токсичности исследуемых образцов почвы. Было показано, что свежее нефтяное загрязнение почвы значительно ингибировало дегидрогеназную активность *D. maris* АМЗ (таблица), через 30 сут в вариантах с самоочищением почвы и стимуляцией сохранялась низкая активность дегидрогеназ, что являлось показателем токсичности нефтезагрязнённой почвы. В почве со штаммом-интродуцентом количество трифенилформазана было в 1,5-2,5 раза выше, чем в других вариантах, что свидетельствовало о меньшей токсичности данной почвы. Через 60 сут во всех вариантах активность дегидрогеназ снизилась, что, возможно, связано с накоплением в почве в конце ремедиации токсичных метаболитов и продуктов разложения биоты, оказывающих ингибирующее действие на дегидрогеназы штамма *D. maris* АМЗ.

В целом можно отметить, что при оценке токсичности нефтезагрязнённой почвы с помощью двух приёмов биотестирования наблюдались сходные тенденции: через 30 сут ремедиации показана средняя степень токсичности почвы, установлено, что очистка почвы, основанная на внесении нефтеокисляющего штамма, способствует снижению токсичности почвы в большей степени, чем другие способы. Тот факт, что в конце очистки почва оказалась нетоксичной для растений, но токсичной для микробных ферментов, свидетельствует о необходимости использования нескольких оптимальных биотестов для достоверной оценки токсичности почвы после биоремедиации.

## Литература

1. Comparison of bio-augmentation and composting for remediation of oily sludge: A field-scale study in China / Ouyang W., Liu H., Murygina V., Yu Y., Xiu Z., Kalyuzhnyi S. // *Process Biochem.* – 2005. – V. 40. – P. 3763-3768.
2. Meagher R.B. Phytoremediation of toxic elements and organic pollutants \ R.B. Meagher // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 2000. – V. 3. – P. 153-162.
3. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. // *Почвоведение.* – 2003. – № 9. – С. 1132-1140.
4. Остроумов С.А. Некоторые аспекты оценки биологической активности ксенобиотиков / С.А. Остроумов // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология.* – 1990. – № 2. – С. 27-34.

5. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. утв. Минздравом СССР 19.02.1981. № 2293-81.

**И. Л. Прокофьев, А. А. Горбачев**

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ КАК «ЭКОСИСТЕМНЫХ ИНЖЕНЕРОВ» ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ СВАЛОК**

Сложившаяся ситуация с образованием, использованием и хранением отходов производства и потребления вызывает тревогу и опасение дальнейшего обострения проблемы. Рост объемов образования отходов ведет к опасному загрязнению окружающей среды и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений. Так, количество ТБО, принятых на захоронение в 2007 году в городе Брянске, – 224,7 тыс. тонн/1126,0 тыс. м<sup>3</sup>, выросло на 15 % по сравнению с 2006 годом и на 55 % по сравнению с 2004 годом [1]. Индустриальные методы переработки отходов на территории города не превышают 3–4 %, метод раздельного сбора мусора и сортировки его на фракции для дальнейшего использования и переработки практически не используется. Правильная эксплуатация действующей санкционированной свалки твердых бытовых отходов, расположенной на северо-восточной окраине п. Большое Полпино и введенной в эксплуатацию в 1987 году, — острейшая проблема областного центра. Недостатки системы управления утилизацией отходов создают благоприятную почву для возникновения несанкционированных свалок, которые повсеместно распространяются по городу Брянску. Свалки отходов представляют серьезную опасность, так как существенно влияют на все компоненты окружающей природной среды и являются мощным загрязнителем атмосферного воздуха, почвы и грунтовых вод. Почвы и растительность вблизи свалок загрязняются на расстоянии до 1,5 км. Кроме того, свалки отходов представляют серьезную эпидемиологическую опасность, так как все отходы городов заражены разнообразными вредными насекомыми и гельминтами.

Рекультивация земель, занятых старыми захоронениями, по всем нормам проводится в два этапа: технический и биологический. Основное внимание при рекультивации уделяется техническому этапу, так как он включает ряд конструктивных инженерных мероприятий, связанных с восстановлением нарушенных земель. Однако немаловажен и биологический этап рекультивации, основной задачей которого является

обеспечение защиты грунта от ветровой и водной эрозии. При биологической рекультивации происходит восстановление плодородия почв, что, в свою очередь, включает обогащение почвенного слоя, посев трав и посадку наиболее устойчивых к загрязнению растений. К сожалению, почвенные беспозвоночные не применяются активно в качестве агентов процесса восстановления загрязненных и нарушенных земель. Это объясняется недостаточной, по сравнению с растениями, изученностью роли почвенной фауны в процессах естественной деградации и миграции поллютантов. Однако еще в 1994 году Джоунс [5] с коллегами предложил концепцию «Организмы как экосистемные инженеры». Изменяя окружающую среду в собственных целях, целый ряд разнообразных организмов косвенным образом приносит пользу и многочисленным другим видам. Вместо того чтобы служить непосредственно ресурсом, эти «экосистемные инженеры» изменяют, поддерживают или создают местообитания, контролируя таким образом доступность ресурсов для других организмов. Результаты их деятельности могут быть ощутимыми или не очень, благотворными или вредными для других. Среди «экосистемных инженеров» можно выделить особую группу почвенных беспозвоночных, которые получили название «физические инженеры» [7]. К ним относятся дождевые черви, муравьи и термиты, которые изменяют структуру почвы и воздействуют на круговорот питательных веществ [2]. Еще Чарльз Дарвин посвятил целую книгу роли дождевых червей в процессах формирования почвы [4]. В последние десятилетия появились сведения о способностях дождевых червей, муравьев и термитов ускорять процессы самовосстановления загрязненных почв. В частности, муравьи *Formica cinerea* Mayr. увеличивают скорость деструкции нефтепродуктов в песчаных почвах сосновых фитоценозов, улучшают условия роста молодых деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. [3]; дождевые черви способны уменьшать концентрацию тяжелых металлов в почве и снижать аккумулирующую способность растений по отношению к этим токсикантам [6]. Влияние различных почвенных «экосистемных инженеров» сводится к следующему: активное строительство и прокладывание ходов как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении по профилю почвы; уменьшение плотности, рыхление почвы, что препятствует формированию горизонтальной структуры почвы; накопление органического и неорганического вещества, его активный перенос; воздействие на почвенные микроорганизмы, что может привести даже к изменению кислотности. Эти воздействия стимулируют миграцию тяжелых металлов и уменьшение их концентрации в области корневой системы растения, увеличивают доступ кислорода в почву. Это способствует деструктивным аэробным процессам распада загрязняющих органических веществ с одной стороны, и улучшению

дыхания корневой системы, с другой. Таким образом, дождевые черви и муравьи улучшают условия роста растений на загрязненных почвах. Эту способность «экосистемных инженеров» необходимо применять в биологической рекультивации нарушенных и загрязненных земель.

В 2007-2008 годах мы провели эксперимент с ранневесенним переселением семей муравьев *Formica cinerea* Mayr. на посадки 5-летней сосны обыкновенной на месте ликвидированной несанкционированной свалки в Фокинском районе города Брянска. Супесчаная дерново-подзолистая почва характеризовалась загрязнением нефтепродуктами и тяжелыми металлами, концентрация которых превышала ПДК в несколько раз. Муравьи *Formica cinerea* Mayr. отличаются большой привязанностью к сосне обыкновенной, так как предпочитают строить гнезда в ее корневой системе, выпасать тлю на верхушках молодых деревьев. Уже через год были отмечены достоверные различия в росте деревьев сосны на контрольной и опытной площадках. Гнездостроительная деятельность муравьев улучшила рост деревьев на 15%.

Таким образом, почвенные беспозвоночные, относящиеся к «экосистемным инженерам», могут быть задействованы в биологическом этапе рекультивации нарушенных и загрязненных земель. Своей деятельностью они создают благоприятные условия для роста и развития растений. Сочетание фиторе медиационного эффекта растений и деятельности «экосистемных инженеров» ускоряет восстановление и самоочищение загрязненных почв, делает процесс рекультивации более экологичным, сокращает время всего процесса.

## Литература

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Брянской области в 2007 году» / А. В. Городков [и др.]. – Брянск, 2008.
2. Длусский, Г. М. Почвообразующая деятельность пустынных термитов, муравьев и мокриц / Г. М. Длусский, О. С. Союнов. – Ашхабад, 1988.
3. Прокофьев, И. Л. Роль муравьев *Formica cinerea* в снижении фитотоксичности нефтезагрязненных почв / И. Л. Прокофьев // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. – Тула: Гриф и К., 2001.
4. Darwin, C. The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits / C. Darwin. - London: Murray, 1881.
5. Jones, C. G. Organisms as ecosystem engineers / C. G. Jones, J. H. Lawton, M. Shachak. - Oikos 69, 1994, p. 373–386.
6. Suthar, S. Metal remediation from partially composted distillery sludge using composting earthworm *Eisenia fetida* / S. Suthar. - J. Environ Monit., 2008. P. 1099-1106.
7. Wright, J. P. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale / J. P. Wright, C. G. Jones, A. S. Flecker. - Oecologia 132, 2002. P. 96–101.

М.А. Сазыкина<sup>1</sup>, И.Е. Цыбульский<sup>2</sup>, И.С. Сазыкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт биологии Южного Федерального университета, г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Ростов-на-Дону

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ АБОРИГЕННЫХ БАКТЕРИЙ В БИОТЕСТИРОВАНИИ ТОКСИЧНОСТИ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ МОРСКИХ ВОДОЕМОВ

Биотесты на светящихся бактериях относятся к одним из наиболее экспрессных методов мониторинга окружающей среды. Они дают возможность быстрого количественного учета изменения состояния бактериальной клетки, часто превосходят другие тесты по точности, чувствительности, простоте, а также позволяют контролировать одновременно значительное число токсикантов.

Для оценки качества среды в местах повышенной антропогенной нагрузки разработана методика с использованием светящихся бактерий, адаптированных к условиям естественных морских водоемов, имеет немаловажное значение. Особую значимость приобретает биотестирование для оперативного контроля качества среды в районах разработки и добычи углеводородного сырья в Азово-Черноморском бассейне.

Для использования в биотестировании аборигенных, максимально чувствительных к токсикантам бактерий было выделено 16 штаммов светящихся бактерий: 2 штамма из воды Азовского моря и 14 - из Черного. Предварительную идентификацию выделенных штаммов проводили, используя стандартные методы, применяемые в микробиологии, а также в соответствии с рекомендациями по быстрой идентификации фотобактерий. Анализ полученных данных согласно определителю бактерий Берджи (1997), позволил отнести 14 штаммов к роду *Vibrio*, 2 – к роду *Photobacterium*.

У всех выделенных штаммов была изучена чувствительность к действию токсических факторов химического происхождения. Были использованы стандартные токсиканты, которые используются для калибровки биотестов в токсикологических исследованиях:  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ , додецилсульфат натрия (ДСН) и фенол. Для сравнительной оценки чувствительности использовали характеристику  $EC_{50}$  (effective concentration) – концентрацию вещества, вызывающую 50% снижение биолюминесценции бактериальной суспензии.

Сравнение чувствительности выделенных штаммов к данным токсическим веществам с чувствительностью штаммов *Ph. phosphoreum*

(Cohn) Ford (рекомендован для биотестирования воды на территории Украины), и lux-штамма E.coli PT-5 (этот штамм параллельно с SOS-lux-штаммом используется в наших исследованиях по определению генотоксичности природных проб [4] – он несет плазмиду, содержащую lux-оперон под контролем конститутивного промотора для коррекции возможных артефактов, вызванных подавлением или индукцией активности бактериальной люциферазы), показало, что выделенные штаммы более чувствительны, чем указанные выше тест-штаммы (по средним значениям EC<sub>50</sub>). В частности, в среднем они на порядок более чувствительны к ZnSO<sub>4</sub> и K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

Чувствительность выделенных штаммов светящихся бактерий к нефтепродуктам определялась на нефти, дизельном топливе и подсланевой (ляльной) воде из машинного отделения судна в концентрациях от 0.001 мг/л до 20.0 г/л.

Большинство выделенных штаммов показали высокую чувствительностью к нефтепродуктам, причем заметная стимуляция биолюминесценции этих бактерий наблюдается в концентрациях нефти на уровне ПДК или ниже этого значения. Это свидетельствует о перспективности использования выделенных штаммов для определения токсичности водных сред.

В результате проведенных исследований были отобраны два штамма биолюминесцентных бактерий, обладающих максимальной чувствительностью к широкому спектру токсикантов. Данные штаммы, перспективные для биотестирования, были переданы для идентификации и депонирования во Всероссийскую Коллекцию Промышленных Микроорганизмов, ФГУП «ГосНИИГенетика». На 2 штамма - *Vibrio fischeri* ВКПМ В-9579 и *Vibrio fischeri* ВКПМ В-9580 получены патенты на изобретение [2] – использование их в качестве тест-культуры для определения токсичности объектов окружающей среды.

На основе разработанного метода тестирования получены предварительные данные по оценке токсичности донных отложений морских водоемов с различной степенью антропогенной нагрузки.

Разработанная тест-система определения токсичности компонентов экосистем, основанная на биолюминесценции адаптированных к среде исследуемых водоемов светящихся бактерий, отличается высокой чувствительностью и экспрессностью. Ее внедрение позволит дать более точную оценку состояния среды обитания гидробионтов в акватории морских водоемов.

## Литература

1. Определитель бактерий Берджи. Т. 1, 2 / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 800 с.
2. Пат. РФ №2342434. Штамм бактерий *Vibrio fischeri*, используемый в качестве тест-культуры для определения токсичности объектов окружающей среды / Сазыкина М.А., Цыбульский И.Е. 2008.12.27.
3. Пат. РФ № 2346035. Штамм бактерий *Vibrio fischeri*, используемый в качестве тест-культуры для определения токсичности объектов окружающей среды / Сазыкина М.А., Цыбульский И.Е. 2009.02.10.
4. Пат. РФ № 2179581. Способ определения генотоксичности химических веществ / Сазыкина М.А., Чистяков В.А., Войнова Н.В. 2002.

**М.А. Сазыкина<sup>1</sup>, И.Е. Цыбульский<sup>2</sup>, И.С. Сазыкин<sup>1</sup>,  
М.А. Коленко<sup>2</sup>, В.А. Чистяков**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт биологии Южного Федерального университета, г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
г. Ростов-на-Дону

### **ВЫДЕЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В БИОРЕМЕДИАЦИИ АЗОВСКОГО МОРЯ**

Для ускорения восстановления загрязненных нефтяными углеводородами экосистем необходимо использовать биологические резервы микробных сообществ, так как окисление углеводородов микроорганизмами – это ведущий фактор процесса биодеградации нефти.

В связи с интенсивным развитием нефтегазового комплекса в Южном регионе выделение штаммов микроорганизмов, участвующих в деструкции нефти в экосистемах Азовского и Черного морей, приобретает особую значимость.

Для выделения ассоциаций микроорганизмов – деструкторов нефти, участвующих в биоремедиации Азовского моря, использовали донные отложения и воду, отобранные на месте аварии танкеров в Керченском проливе в ноябре 2007 г.

Выращивание нефтеокисляющих бактерий из проб воды и донных отложений проводили на среде Ворошиловой и Диановой (Родина, 1965) с добавлением в качестве единственного источника углерода в данной среде различных количеств нефти (3 и 6 %). С учетом солености воды моря в районе ее отбора в среду добавляли 1,7 % NaCl.

Из посевов были выделены чистые культуры микроорганизмов. Выделенные культуры были повторно проверены на способность роста на углеводородах путем культивирования на среде с нефтью.

Всего выделено 18 штаммов. Из них 4 штамма относятся к плесневым грибам, 1 – к дрожжам, а 14 – к бактериям. Из воды выделены 6 штаммов микроорганизмов, из донных отложений – 12.

Для идентификации были отобраны только бактериальные штаммы, так как культуры плесневых грибов и дрожжей при индивидуальном культивировании на среде с нефтью показали более слабый рост, чем штаммы бактерий.

Идентификацию нефтеокисляющих бактерий проводили в соответствии с существующими рекомендациями по идентификации бактерий (Определитель бактерий Берджи, 1997), используя стандартные методы, применяемые в микробиологии (Биргер, 1973; Лабинская, 1978). Для идентификации выделенных культур были поставлены различные морфологические, физиологические и биохимические тесты.

Идентифицированы 13 штаммов микроорганизмов – деструкторов нефти, участвующих в биоремедиации Азовского моря.

Потенциальную ассоциацию микроорганизмов – деструкторов нефти, выделенных из донных отложений Азовского моря в районе аварийного разлива нефтепродуктов, составляет семь штаммов. Это бактериальные формы, которые принадлежат к следующим родам: *Cytophaga*, *Deleya*, *Marinococcus*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Comamonas*.

В состав потенциальной бактериальной ассоциации нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенных из воды Азовского моря, входят 6 штаммов – представителей родов *Acidovorax*, *Pseudomonas*, *Kurtia*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*.

Штаммы бактерий, которые по данным визуальной оценки наиболее активно росли на нефти, были отобраны для последующего выделения плазмид. Для выделения плазмидной ДНК использовали методику Бирнбойма и Доли (1979) с изменениями.

Результаты скрининга плазмидной ДНК наиболее активных выделенных штаммов – деструкторов углеводородов нефти показали присутствие плазмид, роль которых в процессе деградации нефти предстоит выяснить в дальнейших исследованиях.

## Литература

1. Биргер М. О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / М. Биргер. – М.: Медицина, 1973. – 73 с.
2. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований / А.С. Лабинская. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: «Медицина», 1978. – 394 с.

3. Определитель бактерий Берджи. Т. 1, 2 / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 800 с.
4. Родина А.Г. Методы водной микробиологии / А.Г. Родина. – М.: Наука, 1965. – 363с.
5. Birnboim H.C., Doly I. // Nucleic Acids Res. – 1979. – V.7. – P. 1513.

**М.А. Сазыкина, В.А. Чистяков, И.С. Сазыкин, Е.В. Празднова**

Научно-исследовательский институт биологии Южного Федерального университета, г. Ростов-на-Дону

### **ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ (2001 – 2007 гг.)**

Одно из наиболее опасных следствий антропогенного прессинга - загрязнение водных экосистем генотоксинами. Проводимые в последние десятилетия исследования показали, что действие этих веществ проявляется в виде физиологических нарушений, тератогенеза, иммунодепрессии у основных промысловых видов гидробионтов Азово-Донского бассейна. Разработка эффективной стратегии борьбы с этими негативными явлениями возможна только на основе объективной информации об уровнях и характере загрязнения.

Материалом проведенных исследований служили образцы донных отложений, отобранных в Азовском море в 2001-2007 гг. В качестве тест-системы была использована модификация SOS-lux теста [3]. Мерой генотоксичности служил фактор индукции (I'). Если значения фактора индукции были меньше 2, обнаруженный генотоксический эффект оценивали как «слабый»; если они лежали в диапазоне от 2 до 10 - как «средний», а при превышении 10 - как «сильный».

В мае 2002 г. генотоксичность была зарегистрирована во всех 8 исследованных районах моря, величина коэффициента индукции варьировала от 1,8 до 5,4 (в пересчете на концентрации бенз(а)пирена 14,4 и 43,2 мкг/кг, соответственно; методика расчета эквивалентной концентрации бенз(а)пирена описана в работе М.А. Сазыкиной [1]. В октябре 2002 г. она была зарегистрирована лишь в половине исследованных точек, и величина фактора индукции составила от 1,6 до 3,1. Районы, в которых зафиксированы максимальные эффекты генотоксичности в мае-октябре 2002 г., - Центральная часть моря, Камышевато-Должанский и Ахтарский районы.

В июле 2003 г. генотоксический эффект зарегистрирован в четырех из 15 исследованных районов, причем величина коэффициента индукции составила всего 1,5 – 2,0 [2]. В апреле 2004 г. генотоксичность обнаружена

в 2 из 8 исследованных районов (значения коэффициента индукции 1,65 и 2,03). Таким образом, исследование генотоксичности донных отложений Азовского моря первоначально выявило тенденцию к уменьшению величины регистрируемых эффектов. Она наблюдалась в течение нескольких сезонов - с мая 2002 г. по апрель 2004 г., что может быть следствием спада промышленного производства, а также увеличения стока Кубани, вызванного таянием ледников.

В июне 2005 г. отмечен рост величины генотоксичности. Во всех исследованных районах моря зарегистрированы статистически значимые эффекты - их значения варьируют от 1,68 до 2,44 (в бенз(а)пиреновом эквиваленте 14,08 и 19,52 мкг/кг, соответственно). К наиболее загрязненным районам, исследованным в вышеуказанный период, можно отнести Ахтарский, Темрюкский, Камышевато-Должанский, Обиточный районы и район открытого моря. Следует отметить, что во многих из них не только обнаружены высокие уровни генотоксичности - они регистрируются каждый сезон.

В июне 2007 г. также зафиксировано дальнейшее увеличение величины генотоксических эффектов. Величина фактора индукции превышает значения такового, зафиксированные в 2005 г., и колеблется от 1,51 до 2,77, что соответствует концентрации бенз(а)пирена 12,08 и 22,16 мкг/кг. Генотоксичность зарегистрирована на 67 % исследованных участков Азовского моря.

Результаты анализов донных отложений экосистемы Азовского моря свидетельствуют о хроническом загрязнении генотоксикантами и указывают на потенциальную опасность поллютантов экосистемы для биологических объектов водоема, что в дальнейшем может отрицательно сказаться на состоянии биологических ресурсов.

Высокий уровень генотоксичности можно объяснить тем, что в Азовском море аккумулируются загрязняющие вещества, в том числе генотоксиканты, приносимые водами рек. Загрязнению подвергаются места обитания и прохождения миграционных путей многих рыб, имеющих промысловую ценность, и прибрежная зона, имеющая рекреационное значение. Отметим также, что рост загрязнения моря генотоксинами в 2005-2007 гг. коррелирует с ростом промышленного и сельскохозяйственного производства в ЮФО, что свидетельствует об информативности тестов на генотоксичность при оценке уровня антропогенного воздействия на экосистемы.

## Литература

1. Сазыкина М.А. Оценка тенденций развития биоресурсов рыбохозяйственных водоемов Азово-Донского бассейна на основе анализа генотоксичности их

компонентов. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.32 : защищена 09.10.03 : утв. 09.01.04 / Сазыкина Марина Александровна. – Краснодар, 2003. – 161 с.

2. Сазыкина М.А. Генотоксичность донных отложений реки Дон и Азовского моря (2001-2003 гг.) / М.А. Сазыкина, В.А. Чистяков // Тез. докл. Второй Междунар. науч. конф. «Биотехнология – охране окружающей среды». – М.: Спорт и культура, 2004. – С. 192.
3. Пат. РФ № 2179581. Способ определения генотоксичности химических веществ / Сазыкина М.А., Чистяков В.А., Войнова Н.В. 2002.

**Н.А. Собгайда, Л.Н. Ольшанская, А.В. Стоянов**

Энгельский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета

### **ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНОГО, МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ФИТОРЕМЕДИАЦИИ**

Естественные электромагнитные поля, в том числе и геомагнитные поля (ГМП), могут оказывать на организмы неоднозначное влияние. С одной стороны, геомагнитные возмущения рассматриваются как экологический фактор риска, оказывают десинхронизирующее влияние на биологические ритмы, модуляции функционального состояния мозга, способствуют возрастанию числа клинически тяжелых медицинских патологий. С другой стороны, установлена связь неперiodических вариаций ГМП с циркадными, инфраданными и циркосептадными биологическими ритмами и взаимоотношениями между ними [1]. Магнитное поле оказывает влияние и на растения. Результаты некоторых опытов показали, что всхожесть и рост семян зависят от того, как первоначально они были ориентированы относительно магнитного поля Земли. Изменение внешнего магнитного поля может или ускорять, или угнетать развитие растений, что, по-видимому, можно использовать в практических целях. Процесс воздействия электромагнитных полей на живые организмы, органические вещества с целью очистки от них водных промышленных стоков достаточно широко используется в разных странах [2].

П.В. Савостин первым заметил [3], что постоянное магнитное поле (ПМП) напряженностью 1600 э оказывает на рост проростков пшеницы действие, менее заметное, чем поле в 60 э (речь шла о темновых coleoptilyах чистолинейных ростков пшеницы). Заслуживает внимания тот факт, что кратковременное (до 30 мин) действие постоянного магнитного поля в 20 э, совпадающего по направлению с геомагнитным

полем (ГМП) Земли, стимулирует рост корня, действуя как раздражитель. Однако то же поле, но направленное против земного, не оказывало влияния на рост корня [4]. Это позволило рассматривать ПМП не просто как механически действующий фактор, а как физиологический раздражитель, действие которого определяется известной кривой раздражимости, конкретная форма которой может быть различна, но общие положения о нижнем пороге, зоне стимуляции, зоне (или фазе) торможения должны соблюдаться.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния слабого электрического поля; совместного влияния магнитного и электрического полей и совместного влияния ГМП Земли, магнитного и электрического полей на процесс извлечения меди с помощью ряски из сточных вод методом фиторемедиации.

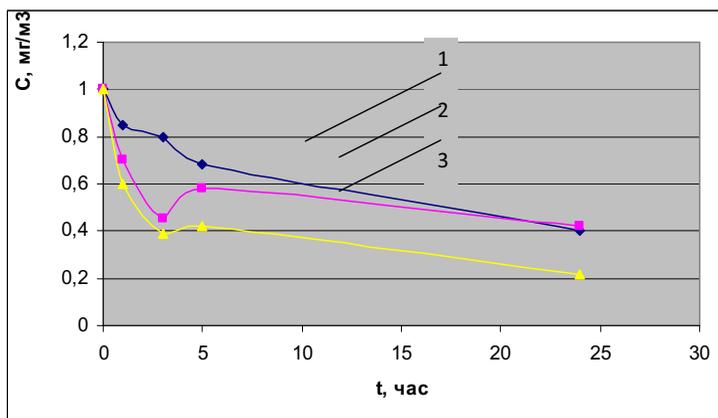
Объектами исследования в работе служили: ряска малая районированная в Саратовской области; раствор сульфата меди  $\text{CuSO}_4$  (1 мг/л  $\text{Cu}^{2+}$ ), приготовленный на основе природной (болотной воды), в которой имелись все необходимые питательные вещества.

Методы анализа следовых количеств и, в частности, электрохимические инверсионные методы предъявляют жесткие требования к чистоте используемой посуды и реактивов. Посуду тщательно промывали высококачественной дистиллированной водой и перед измерением несколько раз приводили в контакт с исследуемым раствором для достижения равновесного состояния. Необходимо помнить, что концентрация разбавленных растворов неустойчива: значительная часть исследуемого вещества может быть адсорбирована стенками ячейки и частицами примесей, что может привести к образованию коллоидов. При электрохимических инверсионных определениях использовали метод сравнения, поэтому адсорбционный и другие эффекты, неодинаковые в анализируемом растворе сравнения, могли вызвать значительные погрешности определения [5].

Для проведения исследований по изучению воздействия электрических и физических факторов на процесс извлечения меди ряской растения помещали в электрохимическую ячейку (с алюминиевым катодом и графитовым анодами, находящимися в рабочем растворе  $\text{CuSO}_4$ ), задавая плотность тока  $i=80$  мкА/см<sup>2</sup>. Ячейку помещали в установку, создающую постоянное магнитное поле (ПМП) напряжённостью  $H=2$  кА/м, которое, по нашим данным, оказывает наиболее благоприятное воздействие на растение и водную среду в процессах очистки сточных и промывных вод [6]. Направление постоянного магнитного поля, создаваемого установкой, в ряде экспериментов совпадало с направлением геомагнитного поля (ГМП) Земли. Растения выдерживали в данных условиях в течение различного времени, отбирали пробы раствора и проводили снятие

инверсионных хроновольтамперограмм на роботизированном комплексе «Экспертиза ВА-2D» с электродом «3 в 1» с целью определения остаточной концентрации меди в растворе после выдержки в нем ряски в различных условиях при различном времени выдержки.

Полученные данные по извлечению меди ряской в экспериментах при воздействии только тока, без физических воздействий на растение; при воздействии ПМП без совпадения его направления с направлением ГМП Земли; при совпадении направлений ПМП и ГМП представлены на рисунке.



Зависимость изменения концентрации раствора  $CuSO_4$  ( $C_{исх}=1$  мг/л  $Cu^{2+}$ ) от времени выдержки в нем ряски при  $i=80$  мкА/см<sup>2</sup> без и при воздействии различных физических факторов: 1-без воздействий МП; 2-без совпадения ГМП Земли и МП прибора; 3- с совпадением ГМП Земли и МП прибора

В результате анализа полученных данных было установлено, что в случае совпадения ГМП Земли и налагаемого ПМП прибора очистка воды происходит более интенсивно (примерно в 1,3-1,5 раза). Скорость извлечения меди ряской из раствора увеличивается, а остаточная концентрация металла к 5 часу выдержки растения уменьшается в полтора раза. После выдержки в течение 24 часов содержание меди уменьшается почти в 2 раза по сравнению с экспериментом без совмещения направления магнитных полей (рисунок). Полученный эффект можно объяснить тем, что напряжённость геомагнитного поля Земли усиливается напряжённостью ПМП, и совместное действие этих полей оказывает благоприятное влияние на растительную клетку ряски, а именно на процессы роста, развития и размножения растения и, как следствие, на ускорение процесса фиторемедиации.

## Литература

1. Мизун, Ю. В. Тайны будущего- Влияние магнитного поля на растения / Ю.В. Мизун, Ю.Г. Мизун .- М.: Вече, 2000. // <http://solncev.narod.ru>.
2. Свиноводческое хозяйство "Hastings Pork" (Небраска, США)//<http://www.w3c.org/TR/1999/REC-html401-19991224/loose.dtd>.
3. Савостин, П. В. Исследование поведения ротирующей растительной плазмы в постоянном магнитном поле / П. В. Савостин // Известия Томского гос. ун-та. – 1928. - № 79. вып. 4. – С. 207 - 231.
4. О механизме биологического действия постоянного магнитного поля / под ред. Ю. А. Холодова. – М.: Наука, 1971. – 215 с.
5. Кальвода Р. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / Р. Кальвода, Я. Зыка, К. Штулик и др.- М.: Химия, 1990. – 240 с.
6. Влияние магнитного поля на процессы извлечения тяжелых металлов из сточных вод ряской / Л.Н.Ольшанская, Н.А.Собгайда, Ю.А. Тарушкина, А.В. Стоянов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2008, № 8. – С.41 – 44.

**А.Р. Тургунова, А.У. Исаева**

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,  
г. Шымкент, Республика Казахстан

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Азот – один из важнейших элементов на планете Земля. В нем нуждаются абсолютно все живые организмы. Растения потребляют азот в виде солей аммония и азотной кислоты, животные и человек – в виде аминокислот, входящих в состав белков. Запасы азота в атмосфере практически неисчерпаемы. По данным Е.Н. Мишустина [1], в воздухе над каждым квадратным километром земной поверхности содержится около 8 млн. тонн азота. Несмотря на огромное содержание азота в атмосфере (78% по объему), ни растения, ни животные, ни человек не способны ассимилировать его непосредственно из атмосферы. К этому выводу на сегодняшний день пришли многие ученые. Доказано, что единственными организмами, способными фиксировать азот непосредственно из атмосферы, являются азотфиксирующие микроорганизмы, или диазотрофы. Г.Л. Билич, в свою очередь, дает другое название данной группе микроорганизмов – нитрогеназобактерии [2].

В настоящее время все известные азотфиксаторы разделяют на 3 группы: симбиотические, свободноживущие и ассоциативные.

Азотфиксация – важнейший процесс на Земле. А.И. Нетрусов, указывая на огромную роль азотфиксации в природе, сравнивает данный

процесс с фотосинтезом, так как для многих живых организмов азот может быть доступен только в связанной форме [3].

Изучение процесса азотфиксации и использование азотфиксирующих микроорганизмов на службе у человека открывает перед учеными широкие перспективы для решения многих глобальных проблем. Наиболее актуальными направлениями использования азотфиксирующих микроорганизмов на сегодняшний день являются следующие:

1) Разработка удобрений на основе азотфиксаторов для агропромышленного комплекса.

2) Восстановление нарушенных экосистем (биоремедиация) с помощью азотфиксаторов.

Среди ассоциативных азотфиксаторов наибольший интерес представляют бактерии рода *Azotobacter chroococcum*.

Азотобактер чувствителен к влажности почвы и содержанию в ней минеральных элементов фосфора, калия, молибдена, бора, что позволяет использовать данный вид бактерий в качестве тест-организма на содержание в почве фосфора и калия. Высокая чувствительность азотобактера к уровню pH почвы (в кислых почвах он не развивается) позволяет использовать его в качестве индикатора при определении потребности почв в известковании [1]. Азотфиксирующие микроорганизмы оказывают положительный эффект на рост и развитие растений, в связи с чем в настоящее время очень актуальным является производство на основе азотфиксаторов биологических удобрений. Интенсивное производство и использование минеральных удобрений на привело к проблеме загрязнения окружающей среды нитратами, накоплению их в овощах и фруктах, что опасно для человека и животных. Решение вышеперечисленных проблем видится нам при создании биологических удобрений на основе азотфиксаторов, которые обладают следующими преимуществами по сравнению с нитратами:

1) являются экологически безвредными для человека, животных, птиц и насекомых;

2) улучшают плодородие почв;

3) являются дешевыми в изготовлении;

4) производство биологических удобрений не наносит вреда окружающей среде.

В настоящее время промышленность выпускает широкий спектр удобрений на основе азотфиксирующих микроорганизмов, а также препараты, стимулирующие рост азотфиксаторов.

Подводя итог приведенного выше аналитического обзора, можно сделать вывод, что использование азотфиксирующих микроорганизмов в процессах восстановления нарушенных экосистем является очень

перспективным в наши дни, так как азотфиксаторы сами являются частью экосистемы, участвуя в круговороте азота в природе, и их использование экологически безопасно, в связи с чем, на наш взгляд, необходимо дальнейшее изучение азотфиксирующих микроорганизмов как естественных очистителей.

## Литература

1. Мишустин Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1978. 351 с.
2. Билич Г.Л. Биология. Полный курс. в 3-х т. Т. 1. Анатомия / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2002. – 864 с.
3. Нетрусов А.И. Общая микробиология: учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – М.: Академия, 2007. –288 с.

**Л.А. Харитонова, С.П. Калинкина, С.С. Зарцына, Н.С. Малахова,  
О.А. Якотюк**

Воронежская государственная технологическая академия

### **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ «БИОЛОГИЧЕСКИ ЖЕСТКИХ ВЕЩЕСТВ»**

Усиление оперативного и систематического контроля за санитарно-гигиеническим состоянием водоемов и источников загрязнения требует разработки новых методов очистки и определения «биологически жестких веществ», характеризующихся низкими пределами обнаружения и селективностью.

Двухатомные фенолы (ДАФ), попадая в открытые водные объекты, легко окисляются и могут привести к нарушению кислородного режима природных водоемов. Предельно допустимые концентрации их различны, поэтому необходимо осуществлять контроль содержания каждого компонента в очищенных сточных водах химических и пищевых предприятий.

Большинство предприятий пищевой отрасли в качестве завершающей стадии обезвреживания сточных вод применяют биологические методы очистки. Их эффективное использование возможно при соблюдении нормативных требований по содержанию так называемых «биологически жестких соединений», к числу которых относят и двухатомные фенолы. ДАФ (гидрохинон, резорцин, пирокатехин), являющиеся компонентами копильных препаратов и поступающие в

стоки при мытье оборудования на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности.

Допустимое содержание в водах, подаваемых на биологическую очистку, для гидрохинона и резорцина составляет 100 и 450 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Помимо этого, в результате реакции окисления полифенолы превращаются в хромофорные вещества (например, п-бензохинон и о-хинон) и придают коричневый оттенок сточной воде, при этом нарушаются показатели качества воды по цветности. Таким образом, выделение этих компонентов до биоочистки и контроль после очистки – актуальная задача.

В настоящее время стадии биоочистки часто предшествует этап физико-химической очистки, в том числе с использованием фильтрования на полимерных пористых сорбентах.

Установки с такого рода материалами можно применять при высоком содержании взвешенных веществ в сточной воде. Сорбенты применяют в виде плавающей загрузки или стационарного слоя с размером частиц, равным 0,5 – 1 мм. Скорость потока частиц находится в пределах 8 – 12 м/ч. Подходящими сорбционными материалами для таких установок являются полимерные материалы (пенополистирол, пенополиуретан) или модифицированные сорбенты.

В качестве фильтрующего материала для очистки сточных вод пищевых предприятий применен жесткий пенополиуретан (ППУ), являющийся отходом производства строительных материалов. В таблице приводятся физико-механические свойства образца жесткого полиуретана, представляющего собой гранулы неправильной формы.

Физико- механические свойства сорбента на основе пенополиуретана

Показатель	Значение
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,096
Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	0,088
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,031
Пористость слоя	0,647
Эквивалентный диаметр гранул, мм	2,8
Коэффициент неоднородности	5

Для достижения большей эффективности очистки ППУ предварительно измельчают, просеивают через сито с размером ячейки ≤ 3–5 мм, затем модифицируют трибутилфталатом (ТБФ), массовая доля которого по отношению к массе (г) пенополиуретана изменяется в соотношении (2,5–3,0) : 1. Так, если масса полимера составляет 0,10 ± 0,01, то масса нанесенного ТБФ будет меняться от 0,25 ± 0,01 до 0,30 ± 0,01. Отбирают в цилиндр водный раствор, вводят модифицированный

ПШУ, экстрагируют на вибросмесителе 15 мин до установления межфазного равновесия. После расслаивания фаз отбирают равновесный водный раствор, суммарное содержание гидрохинона, резорцина и пирокатехина в котором определяют фотометрически по реакции с диазотированной сульфаниловой кислотой. Оптическую плотность измеряют на КФК-2 при 400 нм.

Степень извлечения фенолов вычисляют по формуле

$$R = (A_{\text{исх}} - A_{\text{равн}}) \cdot 100 / A_{\text{исх}}, \%$$

где  $A_{\text{исх}}$  и  $A_{\text{равн}}$  – оптическая плотность исходного раствора фенолов и равновесного раствора соответственно.

Коэффициент концентрирования ДАФ вычисляют по формуле

$$m = m_{\text{вод}} / m_{\text{орг}},$$

где  $m_{\text{вод}}$  и  $m_{\text{орг}}$  – массы водной и органической фаз соответственно.

Физико-химический этап очистки считают эффективным, если в органическую фазу переходит 94–96 % фенолов по сравнению с исходным содержанием в анализируемой водной пробе.

Селективное определение ДАФ в очищенной сточной воде проводят методом обращенно-фазовой микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии по следующей методике: к 100 см<sup>3</sup> водной пробы после очистки, содержащей гидрохинон, пирокатехин и резорцин, подкисленной до pH 2,5, добавляют высаливатель сульфат аммония в количестве 38,5 масс.% по отношению к массе пробы и 2,5 см<sup>3</sup> ацетонитрила, экстрагируют на вибросмесителе 15 мин. Через 15 мин после расслаивания фаз (соотношение равновесных объемов водной и органической фаз 100:2) отделяют в делительной воронке органический слой и анализируют на хроматографе «Милихром-4» с УФ-детектором. Условия хроматографирования: колонка 80 x 2 мм; сорбент – силасорб С 18; размер частиц сорбента 7 мкм; подвижная фаза – смесь ацетонитрил: вода в объемном соотношении 20:80; аналитическая длина волны 272 нм; расход подвижной фазы 10-4 дм<sup>3</sup>/мин; объем вводимой пробы 5 · 10-6 дм<sup>3</sup>; время анализа 15 мин.

Идентифицируют ДАФ в анализируемой воде сравнением времени удерживания каждого компонента со стандартными образцами хроматографически чистых фенолов. Порядок удерживания ДАФ обусловлен гидрофобным механизмом взаимодействия сорбата с поверхностью сорбента, модифицированного группами – С18Н37. Пирокатехин за счет внутримолекулярной водородной связи и асимметричности строения более гидрофобен, поэтому имеет большее время удерживания. Гидрохинон вследствие симметричного расположения полярных групп теряет способность к гидрофобным взаимодействиям и слабо удерживается на алкильной «щетке» сорбента. Время удерживания возрастает в ряду: пирокатехин>резорцин>гидрохинон.

Количественный анализ проводят по градуировочным графикам, построенным по растворам изомеров ДАФ, приготовленным из стандартных образцов.

Концентрацию каждого из ДАФ в водном растворе вычисляют по формуле:

$$C = (C_0 \cdot 100) / (R \cdot r),$$

где  $C_0$  – концентрация ДАФ (пирокатехина, гидрохинона, резорцина) в экстракте, которую находят методом абсолютной градуировки, мг/дм<sup>3</sup>;

$C$  – концентрация ДАФ в исходной пробе, мг/дм<sup>3</sup>;

$r$  – соотношения равновесных объемов водной и органической фаз;

$R$  – степень извлечения ДАФ в системе ацетонитрил – водно-солевой раствор, %.

Предложенные метод очистки сточных вод и способ контроля эффективности очистки от «биологически жестких веществ» могут быть рекомендованы для определения нормативных предельно допустимых концентраций ДАФ.

### **И.А. Шобанова**

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ В ЗОНАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ СРЕДСТВАМИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ**

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – класс соединений, включающий многие сотни веществ, обладающих различными физико-химическими и биологическими свойствами, в различной степени распространенных в окружающей среде и играющих различную роль в онкопатологии человека. Основным источником выбросов ПАУ являются процессы сжигания в установках для жилого фонда (70%). Существенный вклад вносят процессы сжигания в энергетике и перерабатывающей промышленности, дорожный транспорт. Согласно исследованиям Института проблем использования природных ресурсов и экологии, суммарный выброс 4-х индикаторных ПАУ на территории Беларуси в 2004 г. составил 37,1 т, в том числе бенз(а)пирена – 9,1 т, бензо(б)флуорантена – 18,0, бензо(к)флуорантена – 4,9, индено(1,2,3 – с,д)пирена – 5,1 т [1]. В списке индикаторных ПАУ особо следует отметить бенз(а)пирен (БП). Исследования бенз(а)пирена как активного канцерогена начались в 60-х годах XX века и не потеряли свою актуальность до настоящего времени. Бенз(а)пирен стал первым

канцерогеном, для которого установлены предельно допустимые концентрации (ПДК): в атмосферном воздухе – 0,001 мкг/м<sup>3</sup>, в воде водоемов – 0,005 мкг/л, почве – 20 мкг/кг [2]. Признание бенз(а)пирена многими исследователями в качестве своеобразного индикатора загрязнения среды ПАУ определяется следующими его свойствами: наибольшей стабильностью в окружающей среде, сильными канцерогенными свойствами, обнаруживается всегда там, где присутствуют другие ПАУ, методика определения его – одна из наиболее чувствительных [3]. В реестре постоянно контролируемых веществ в атмосферном воздухе Беларуси бенз(а)пирен появился с 2003 г. Транспорт, в первую очередь автомобильный, является важным источником загрязнения воздушной среды БП. Объем выбросов БП на территории республики от передвижных источников постоянно растет: в 2003 и 2004 годах этот показатель составил 0,75 т, в 2005 – 0,81 [1].

При решении задачи уменьшения содержания ПАУ в окружающей среде наряду с технологическими изменениями необходимо уделять внимание также природным системам, способным к биоремедиации. Высшие растения способны не только аккумулировать, тем самым снижая концентрацию в окружающей среде, но и включать в процессы собственного метаболизма, подвергая трансформации многие поллютанты различной природы. Исследованием механизмов детоксикации органических соединений, в том числе и бенз(а)пирена, растениями более тридцати лет занимались сотрудники Института биохимии и биотехнологии им. С.В. Дурмишидзе АН Грузии. Однако не все растения одинаково реагируют на присутствие в воздушной среде различных химических соединений, различаются они и по способности к накоплению и трансформации поллютантов. Для оздоровления окружающей среды целесообразно использовать те виды растений, которые характеризуются наибольшей устойчивостью и поглотительной способностью.

В лаборатории экологической физиологии растений Центрального ботанического сада АН Беларуси были проведены исследования по устойчивости растений к бенз(а)пирену. На основании сравнительной оценки состояния растений в зонах техногенного загрязнения воздуха и под влиянием экспериментальной обработки их различными концентрациями 3-4-бенз(а)пирена, было испытано 75 видов аборигенных и интродуцированных древесных растений. В ходе эксперимента учитывались особенности повреждения листовых пластинок, нарушение деятельности окислительно-восстановительных ферментов, пигментообразования, аккумуляция в ассимиляционных органах 3-4-БП, а также изменение анатомо-морфологической структуры листьев отдельных видов растений. В результате были определены группы видов, характеризующихся различной степенью устойчивости (устойчивые,

среднеустойчивые, неустойчивые) к бенз(а)пирену. Рекомендуемый ассортиментный перечень растений предлагается для использования в озеленении промышленно-городских территорий и автомагистралей, в зонах загрязнения воздухом бензо(а)пиреном. В предлагаемом перечне, кроме широкого выбора аборигенных и интродуцированных видов древесных растений, приведены также дополнительные сведения, такие как, отношение к абиотическим факторам среды, предлагаются типы посадок и районы применения для наиболее рационального использования исследованных видов.

### Литература

1. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень, 2005 г. / НАН Беларуси, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2006. – 324 с.
2. Оценка загрязнения бенз(а)пиреном луговых площадей в пойме р.Лути / В.Т. Фунтова [и др.] // Вопросы онкологии. – 1998. – Т. 44, № 1. – С. 60–64.
3. Ильницкий, А.П. Канцерогенные вещества в водной среде / А.П. Ильницкий, А.А. Королев, В.В. Худолей. – М.: Наука, 1993. – 222 с.

## Секция 2 Оценки риска в экологической сфере деятельности

А.А. Гусев<sup>1</sup>, А.Г. Ткачев<sup>2</sup>, А.В. Емельянов<sup>1</sup>, А.П. Поздняков<sup>1</sup>,  
О.Н. Зайцева<sup>1</sup>, Н.Е. Пиляшенко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина  
<sup>2</sup>ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов

<sup>3</sup>Тамбовский филиал федерального государственного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Центральному федеральному округу»

### УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Углеродные нанотрубки, открытые в 1991 году, имеют самые широкие сферы применения. Это микроэлектроника, приборостроение, медицина, сельское хозяйство и др. Однако у ряда учёных во всём мире вызывают опасения возможные токсические свойства этих структур, связанные с их высокой проникающей способностью [1]. В 2007 году вступило в силу постановление Главного государственного санитарного врача РФ, в котором говорится: «...наноматериалы могут обладать совершенно иными физико-химическими свойствами и биологическим (в том числе токсическим) действием, чем вещества в обычном физико-химическом состоянии, в связи с чем они относятся к новым видам материалов и продукции, характеристика потенциального риска которых для здоровья человека и состояния среды обитания во всех случаях является обязательной» [2].

В Тамбовском государственном университете имени Г.Р. Державина создана специализированная лаборатория, сотрудниками которой совместно со специалистами Тамбовского филиала федерального государственного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Центральному федеральному округу» проводится комплексная экологическая оценка углеродного наноматериала «Таунит» (УНМ «Таунит»), промышленно производимого ООО «НаноТехЦентр» (г. Тамбов) и потенциально имеющего самые широкие сферы применения. В таблице приведены основные характеристики этого материала.

В качестве тест-объектов на первом этапе исследований были выбраны гидробионты – культура зеленых протоккоковых водорослей (*Scenedesmus quadricauda*), цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis*) и тест-система «Эколом» – культура люминесцентных генноинженерных

бактерий (*Escherichia coli* M-17). Это объясняется наличием достаточно простых, но в то же время надёжных и достоверных методик определения токсичности того или иного материала, основанных на определении показателей смертности и изменения плодovitости именно этих объектов.

#### Характеристика УНМ «Таунит»

Характеристика	Значение
Наружный диаметр, нм	10-60
Внутренний диаметр, нм	10-20
Длина, см (микрометров)	2 и более
Общий объем примесей, %	до 1,5
в т.ч. аморфный углерод	0,3-0,5
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,4-0,5
Удельная геометрическая поверхность, м <sup>2</sup> /г	120 и более
Термостабильность, °С	до 700
Средний объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,22
Средний размер пор, А	70

Для экспериментов на основе коллоидного водного раствора УНМ «Таунит» готовились среды обитания тестируемых гидробионтов. Для контроля использовалась дистиллированная вода.

В ходе экспериментов выяснилось, что водная вытяжка «Таунита» оказывает токсическое действие на биосенсор «Эколюм» при разведении в 100-1000 раз, следовательно, испытуемый материал относится к III классу опасности по пятибалльной шкале, принятой в экотоксикологии. Аналогичным образом наноматериал оказывает токсическое действие на микроводоросли *Scenedesmus quadricauda*. В то же время на цериодафниях токсический эффект проявился лишь при разведении в 10-100 раз, что позволяет отнести испытуемый материал к IV классу опасности. Таким образом, цериодафнии оказались наиболее устойчивы к воздействию наноматериала, что может быть связано с более совершенными механизмами клеточной защиты и репарации.

Результаты могут быть использованы при разработке стандартов безопасности промышленного производства углеродных нанотрубок.

## Литература

1. Royal Academy of Engineering. 2003. Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties. London: The Royal Society.

2. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. №79 Москва «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов».

Работа выполнена в рамках ИОП по направлению «Живые системы».

**Б.И.Кочуров, А.Я.Смирнов, В.А.Лобковский**

Институт географии РАН, г.Москва

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРАТЕГИИ КРОТКИХ<sup>1</sup> (ИЗЛИШЕСТВА ИЛИ НЕОБХОДИМОСТИ?)**

Блаженны кроткие, ибо они наследуют землю (Мф.5, 5).

Безумство храбрых – вот мудрость жизни (М.Горький).

Не безумство храбрых, но мудрость кротких спасет Россию (М.О.Меньшиков).

Социально значимой задачей мудрых с доисторических времен была разработка «технологий», открывающих все новые и новые способы потребления природных ресурсов. Благодаря этим «технологиям» у наиболее умелых появлялись излишки продукции – основа рыночных отношений. Рынок дал мощный импульс развитию цивилизаций, но он же формировал общество потребления, требующее для удовлетворения своих потребностей постоянного увеличения количества природных ресурсов. Рынок становился все более жадным, ненасытным, а иницилируемые им технологии превратились в экологический крематорий замедленного действия.

---

<sup>1</sup> В нашем понимании Мир Кротких - это мир без излишеств, мир рачительного хозяйствования, мир высокоэффективного природопользования, как антипод Мира Потребления – мира излишеств, мира расточительного хозяйствования, мира низкоэффективного природопользования.

Не менее остра проблема энергоёмкости человечества. Рост энергоёмкости процессов человеческой жизнедеятельности поистине взрывоподобен. Можно признать, что вклад последствий производства и потребления энергии в разрушение окружающей среды едва ли не основной. Этот вклад можно разделить на энергоёмкость излишеств и энергоёмкость необходимостей. В связи с этим полезно рассмотреть в рамках монетарного коэффициента фондов «коэффициент фондов» по энергоёмкости: соотношению энергоёмкости 10 % потребителей энергоизлишеств и 10 % потребителей энергонеобходимостей. Но пока официальных данных по этим показателям нет. А жаль, они были бы очень красноречивы. Можно сказать, что Землю перегружает уже не парниковый эффект, а тепличный. Так неужели же наращивание энергоёмкости излишеств предпочтительнее связанного с этим разрушения окружающей среды? И существует же предел энергонасыщенности планеты Земля, приближение к которому она уже не выдержит. Каков он?

Беда от разоряющей природную среду ненасытности общества потребителей – неподалеку. Если человечество не опомнится, то будущего не будет ни у «золотого миллиарда», ни у его прислужников, и уж тем более для всех остальных. Человечество будет изувечено мутацией, а может быть, и исчезнет на Земле как вид.

Но хотя опасность этого рукотворного ада пока серьезно не осознается, именно ей еще два тысячелетия назад была посвящена третья заповедь Нагорной проповеди Иисуса Христа: «Блаженны кроткие, ибо они наследуют землю» (Мф. 5, 5). Заметим удивительное: это единственная христианская заповедь, имеющая материальное воплощение. И это не случайность. Случайное не заповедуется. Проблема расточения ресурсов Земли уже тогда тревожила христианских апостолов. Вспомним Откровение Иоанна Богослова: «Пришло время погубить губящих землю» (Откр. 11, 18). Не сказано ли это о нас всех, не только пресыщающихся излишествами, но и не препятствующих, а порой и обеспечивающих это пресыщение?

Давайте остановимся! Пусть Землю наследует не «золотой миллиард», захвативший сегодня своим богатством мировое господство, а Кроткие, основной признак мудрости которых – разумное самоограничение при эффективном использовании природных ресурсов, в том числе экологических. Но не тут-то было. Мы уже хотим того, чего нет в природе, забыв, что Природа в течение многих миллионов лет, готова колыбель для человека, очищала её от всего, что может навредить ему.

Осмысление нависшей над человечеством беды ставит перед наукой насущнейшую, огромной социальной значимости задачу глобального уровня (новая платформа глобализации?) – разработку новой рыночной методологии Кротких и на ее основе создание новых технологий мира

будущего человечества – мира Кротких, наследников Земли. Эти технологии должны будут обеспечивать не только разумный уровень прибыльности предпринимательства и благосостояния общества, но, главным образом, высокую эффективность природопользования. Эффективность есть соотношение результатов и затрат. Можно выделить два вида эффективности процессов деятельности: (1) эффективность природопользования  $E_p$  и (2) эффективность использования средств финансирования  $E_f$ . В расчетах  $E_p$  в качестве затрат рассматриваются природные ресурсы, а в качестве результатов – произведенные из них полезности.  $E_p$  характеризует приумножение богатства стран и народов.  $E_f$  – соотношение доходов и расходов характеризует рост прибыли, которая, в конечном счете, обогащает грабителей стран и народов. Высокая эффективность природопользования будет осуществляться за счет того, что значительная часть прибыли будет расходоваться специально на решение задач эффективного природопользования, а не на создание и приобретение излишеств «лидерами» монополизированной рыночной экономики. Потенциал страны используется наилучшим образом при равенстве  $E_p = E_f$ .

Мир кротких, несомненно, будет осуществлен – потому, что путь Кротких заповедал Иисус Христос и потому, что только это спасет человечество от самоуничтожения. Сегодня уже предпринимаются начальные шаги в этом направлении – пока административного характера (Киотский протокол). Задача же будет решена только тогда, когда необходимость ее решения обретет востребованную обществом духовную и ментальную основу. Если такое решение придет из России, то именно наша страна положит начало миссии Кротких и тем самым оправдает свою трагическую историю. Россия выстрадала понимание кротости. Суровые природно-климатические условия России позволяют ей выживать только как стране Кротких. И в социальном плане нынешняя сложившаяся в России ситуация пока еще благоприятствует постановке этой задачи, так как, во-первых, большинство населения еще не поражено жаждой богатства и, во-вторых, исходный научный и технологический потенциалы тоже пока есть, нужна лишь воля, обусловленная ощущением крайней актуальности решения этой задачи. Несомненно, по мере осознания мировой общественностью катастрофических последствий техногенных перегрузок Земли методологии и технологии мира Кротких будут все более и более востребованы. Но чтобы не опоздать, создавать их нужно уже сегодня и мировым полигоном этих разработок может и должна стать Россия. И роль отечественной науки в этом деле особенно ответственна.

Уже установилось мнение, что Россия по уровню технологий и благосостояния населения безнадежно отстала от развития стран «золотого миллиарда». Это жесткая, безжалостная правда. Причина – перестроечное

разрушение технологической системы Советского Союза, бесконтрольный грабеж ресурсов страны и ориентация отраслей на сырьевую экономику.

Однако существует способ спасения России. Он основан на золотом правиле восточных единоборств: не противодействовать усилиям противника (конкурента), а использовать их на его же ослабление. Суть предлагаемой стратегии состоит в использовании различий существования общества потребления, расточительности и общества кротости, рачительности. Ресурсы общества потребления направляются в основном на производство и потребление излишеств. Ресурсы общества кротости – на производство и потребление必要ностей, в том числе технологических. Необходимости предназначены для обеспечения полноценной жизнедеятельности людей в рамках разумного, социально справедливого распределения ресурсных возможностей, то есть, когда деяния соответствуют воздаяниям. Излишества существуют для обеспечения неограниченно растущего превосходства условий жизни отдельных «персон», требующего чрезвычайных затрат ресурсов. Необходимости и излишества отличаются эффективностью использования ресурсов при реализации своих способов достижения эквивалентных целей. Эквивалентность означает равенство целей по функциональному предназначению, но различие по качественному осуществлению: скромному или роскошному. Достижение целей необходимо осуществляется при высокой эффективности использования природных ресурсов, излишеств – при низкой.

Именно эти различия в ходе построения мира Кротких, мира неизбежного будущего, дадут возможность подняться российской экономике и превзойти экономики развитых стран. России не нужно стремиться в общество потребления. Те, кто им управляет, не позволят России занять достойное место. Замена же излишеств на необходимости позволит мобилизовать ресурсы России на постепенное, но устойчивое, поступательное развитие экономики страны. Россия может быть независимой и преуспевающей, только став страной рачительного хозяйствования. Это значит, что ресурсы страны должны обеспечивать главным образом необходимости (на начальном этапе преимущественно технологические). Излишества же не должны разорять экономику страны.

Начинать нужно со следующего.

1. Ежегодно проводить по разработанным критериям и показателям (табл.) порегиональную оценку эффективности природопользования (мониторинг) для выявления регионов низкоэффективного использования природных ресурсов, «экономических дыр», сквозь которые неконтролируемо исчезают ресурсы страны и которые насущно необходимо «латать» внедрением высокоэффективных технологий, а

также и организационных мероприятий, обеспечивающих условия высокоэффективного природопользования.

2. Инвестиции в технологии высокоэффективного использования природных ресурсов для низкоэффективных регионов должны изыматься из налогооблагаемых сумм.

3. Средства на производство и обретение излишеств должны облагаться прогрессивным налогом.

4. Должно быть обеспечено справедливое, по мнению большинства населения, соотношение деяний и воздаяний, прав и обязанностей, свободы и ответственности.

5. Современные «силовые» (природу – через колено) методы интенсификации производств губят природу. Но и природа не остается безразличной к этому насилию и, как только технологические процессы и их инфраструктуры оставляются незащищенными (не поддерживаются и не восстанавливаются), природа незамедлительно приступает к их разрушению. Последствия известны. Техногенные построения, порожденные безответственным использованием научных достижений, уже давно враждуют с природой. Нужно вновь создавать забытый симбиоз природы и ставшего могучим (но мудрым ли?) человека – взаимовыгодные, взаимощающие технологии высокоэффективного природопользования, обеспечивающие как рост благосостояния населения, так и бережное отношение к окружающей среде. Именно такое использование научных достижений должно считать актуальным, требующим внимания науки, менеджмента и инженерии. Всякие отступления от этого наносят накапливаемый вред природе и всему, что и кто ей принадлежит. Ответственность за это, прежде всего, придется взять на себя науке.

6. Взамен нынешнего разнузданного показа роскоши должна быть научно обоснована, сбалансирована и талантливо организована апология образа жизни Кротких при формировании негативного отношения общества к потреблению излишеств, рассматривая показную роскошь как недостойное, антинародное поведение, как мотовство и расхищение ресурсов общества и страны. Чрезмерное потребление излишеств аморально, так как следствием концентрации излишеств в собственности отдельных личностей является неизбежное лишение необходимого миллионов обездоленных. Но даже общество Кротких не может и не должно лишать себя некоторой доли излишеств для обеспечения физического и духовного развития человека, широких слоев населения.

7. Вместе с тем существует еще одна важная задача, для выполнения которой необходима постановка именно периодического ежегодного мониторинга эффективности природопользования. Суть ее следующая. Экономика регионов развиваются во времени различными темпами [1-8].

Сводная таблица критериев и показателей оценки региональной деятельности

№	Наименования разделов и критерии	Содержание и показатели
1	Административные единицы	Номера и наименования регионов
2	Обобщенные показатели эффективности регионального природопользования	Организационный фундамент региональной деятельности
3		Прибылеобразующий сектор (ПОС)
4		Затратноэкологический сектор (ЗЭС)
5	Показатели экологической преступности в регионах	Количество экологических преступлений.
6		Количество экологических преступлений в расчете на единицу производственных показателей
7		Нормированный уровень количества экологических преступлений в расчете на единицу
8	Региональные соотношения «население-территория-ресурсы-экономика»	Нормированная среднегодовая численность занятых в экономике
9		Нормированная оценка размеров территории
10		Нормированная оценка природных ресурсов и сырья региона
11		Нормированная оценка вклада региона в достижение целей РФ
12	Добродетели народа	«От разума». Справедливость. Мудрость. Крепость
13		«От сердца». Кротость. Вера. Служение Отечеству
14		Обобщенные показатели добродетелей народа: от разума и от сердца
15	Производственные показатели регионов	Средняя арифметическая по отраслям «Торговля и услуги»
16		Средняя арифметическая по отраслям «Обработка»
17		Средняя арифметическая по отраслям «Добыча»
18		Обобщенные производственные показатели региона. Средняя арифметическая по всем производственным отраслям региона
19		Нормированные обобщенные производственные показатели региона
20		Креативная активность населения
21	Нормированные показатели креативной активности населения индивидуального направления (ИКАН)	
22	Нормированное преимущество креативной активности населения общенационального направления над индивидуальным. Отношение ОКАН/ИКАН	
23	Ментальные показатели	Обобщенные показатели ОКАН/ИКАН и добродетелей населения
24	Показатели сравнения	Временная эффективность регионального природопользования
25		Монетарная эффективность

Эти темпы обусловлены различиями в особенностях существования регионов. Но для страны как системы регионов важно, чтобы регионы развивались с равномерным взаимоувязанным ускорением. Темпы развития регионов можно представить как приращение эффективности регионального природопользования (фактор развития регионального природопользования), отнесенного к затратам времени, в течение которого было осуществлено это приращение – общей для всех регионов единице времени – годового периода ежегодного мониторинга. Можно назвать этот показатель «временной эффективностью развития регионального природопользования». Временная эффективность природопользования – едва ли не главный показатель развития регионов и страны во времени (год за годом).

Анализ временных эффективностей развития регионального природопользования позволит выявлять регионы неэффективного использования времени. Регионы с низкими показателями временной эффективности снижают темпы развития страны. В эти регионы должны направляться специалисты для создания в этих регионах условий роста временной эффективности регионального природопользования.

8. Термин «ресурсосбережение» – слово звучное, но оно неправильно ориентирует специалистов. Ресурсы должны не сберегаться, а использоваться в процессах деятельности. Использовать – значит приносить пользу. Ресурсы должны использоваться с высокой эффективностью, принося при наименьших затратах наибольшую полезность. Ресурсы сберегаются, главным образом, в месторождениях. Так, например, это консервация углеводородов в США. Там находят более выгодные способы роста ВВП, чем продажа своих теплоэнергетических ресурсов. Термин «ресурсосбережение» нужно заменять пусть на более длинный, но отражающий суть дела термин «высокоэффективное ресурсопользование» или «высокоэффективное природопользование».

Итак, либо эффективное природопользование – путь строительства великой, процветающей России, локомотива и лидера мира Кротких, либо деградация России на задворках свободного (безответственного) общества потребления, превращение ее в обезлюдевшую мировую помойку и плохо охраняемый склад сырья развитых экономик. Выбор за нами?

## Литература

1. Регионы России. Социально экономические показатели. Официальное издание. Федеральная служба государственной статистики. М., 2004.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году» / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М. 2006.

3. Глазовский Н.Ф. Глобальные закономерности распределения ресурсной экономики / Н.Ф. Глазовский // Изв. РАН. Серия геогр. – 1992. №3. – С. 12-22.
4. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики / А.Г. Гранберг. М.: ГУВШЭ, 2001.
5. Приваловская Г.А. Ресурсопользование России в трансграничном пространстве страны. // Трансграничные проблемы стран СНГ. / Г.А. Приваловская, Т.Г. Рунова М.: Опус, 2003. С. 128-137.
6. Кочуров Б.А. Опыт разработки экспресс мониторинга эффективности регионального природопользования / Б.А. Кочуров, А.Я. Смирнов // Юг России экология и развитие. 2006. №4. С.6-19.
7. Оценка эффективности регионального природопользования / Н.Ф. Глазовский, Б.И. Кочуров, А.Я. Смирнов, Н.И. Коронкевич // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: - материалы 9-й науч.-практ. конф., г. Кирово-Чепецк, 2006. С. 34-46.
8. Кочуров Б.И. Эффективность регионального природопользования: методические подходы / Б.И. Кочуров, В.А. Лобковский, А.Я. Смирнов // Проблемы региональной экологии, 2008. №3. – С.61-70.

**А.Б.Китаев, В.М.Носков**

Пермский государственный университет

### **ВОЗМОЖНОЕ УСИЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ПРИПЛОТИННОЙ ЧАСТИ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЦБК В г. ДОБРЯНКЕ**

Создание Добрянского ЦБК вызовет дополнительный приток нагретых и загрязненных вод в приплотинную часть Камского водохранилища и внесет определенные изменения в существующее состояние экосистемы водоема. Для данной оценки использованы материалы многолетних наблюдений за температурным и гидрохимическим режимом исследуемой части водохранилища, а также собственные полевые материалы, полученные в результате съемок 2006 – 2007 годов.

Материалы многолетних наблюдений (по срочным и среднесуточным значениям) свидетельствуют, что за весь рассматриваемый период максимальные уровни воды как во время весеннего наполнения, так и во время летне-осенней стабилизации ни разу не приближались к отметке форсированного горизонта (110,20 м абс.), выше которого возможно формирование гидрологического риска, связанного с переливом воды через плотину Камской ГЭС. Отметка зимней сработки составляет 101,00 м абс. Анализ материалов многолетних наблюдений показал, что на значительной части водохранилища (от Камской ГЭС до Усть-Пожвы) возможны величины сработки водоема

ниже этого значения (на 0,8–1,0 м), что следует рассматривать как гидрологический риск в этой части водохранилища, поскольку создаются условия для массовой гибели рыбы на мелководьях, а также возникает возможность появления аварийных ситуаций в затоках и местах отстоя речного флота.

Наблюдения, проведенные в 2007 г., подтверждают выводы, сделанные по наблюдениям прежних лет: площади зон теплового загрязнения и влияния определяются количеством сбрасываемых теплых вод и зависят от метеорологического фактора – скорости, направления и продолжительности действия ветра, который определяет на этом участке основной вид течения – ветровой. Полевые исследования, проведенные 9 июля и 25 октября 2007 г., показали что при одинаковом количестве работающих энергоблоков, расходах теплых вод, но разных направлениях и скоростях ветра, температурах забираемой и сбрасываемой воды площади теплового загрязнения и теплового влияния различны и в более теплый период составляют соответственно 7 и 19 км<sup>2</sup>, а в более холодный – 1,5 и 15 км<sup>2</sup>. Можно предположить, что наибольшее влияние на распространение теплового загрязнения оказывают температуры забираемой и сбрасываемой Пермской ГРЭС воды.

При введении в строй новых предприятий предполагается увеличение сброса сточных вод через городской коллектор с температурой, которая изменяется в очень больших пределах: от 6 до 40 °С. Исходя из полученных нами результатов, можно предположить, что при сбросе воды с температурой, превышающей 20 °С, зона теплового влияния может увеличиться. Для определения точной площади теплового загрязнения и влияния необходимо проведение специальных исследований с использованием метода моделирования.

Показателем теплового загрязнения является изменение содержания кислорода. После Пермской ГРЭС отмечается уменьшение содержания кислорода на протяжении всего навигационного периода. В качестве индикатора теплового загрязнения были приняты значения его концентраций у дна. Результаты анализа показали, что наиболее ощутимо величина температуры у дна изменяется в мае-июне (почти 50%) и сентябре-октябре (54,3%), содержание же кислорода изменяется незначительно: в мае-июне на 2%, в сентябре-октябре на 15%.

По результатам наших исследований в навигационный период по содержанию кислорода у дна воды водохранилища в пределах рассматриваемого района соответствуют 2 классу качества (чистые), в зимний период содержание кислорода изменяется от 8,9 до 12,7 мг/дм<sup>3</sup> и воды относятся тоже к 2 классу качества (чистые). По величине БПК<sub>5</sub> (зимой БПК<sub>5</sub> изменяется от 0,64 до 0,65 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 1 классу

качества (очень чистые). Следовательно, сброс теплых вод Пермской ГРЭС практически не повлиял на класс качества воды по кислороду и БПК.

Анализ химического состава воды показал: по материалам режимных наблюдений вода Камского водохранилища в районе г. Добрянка отнесена ГУ «Пермский ЦГМС» по ИЗВ к классу «загрязненная», а по УКИЗВ к классам «очень загрязненная» и «грязная». Основными химическими элементами, определяющими такие классы загрязнения, являются медь, марганец и общее железо. По данным ГУ «Пермский ЦГМС», с 1997 года качество воды улучшается, но вода все-таки остается «грязной», и основным источником загрязнения является поступающая вода из верхних участков водохранилища. Следует отметить, что данные результаты говорят о практической неизменности химического состава воды и степени ее загрязненности.

При анализе качества нами был рассчитан ИЗВ по результатам полевых исследований. В результате были получены следующие данные:

1) показатель ИЗВ в воде от 28.09.2006 составил 0,78. Такая вода относится ко 2 классу (чистая). Превышение ПДК характерно только для азот-нитрита (1,03 доли) и нефтепродуктам (1,16 доли).

2) значение ИЗВ в воде от 13.03.2007 составило 1,28 (3 класс, умеренно-загрязненная), с превышениями по аммоний-иону (1,29), азот-нитриту (2,36) и ХПК (2,48).

Расчет ИЗВ проводился по имеющемуся (заданному) перечню элементов, что автоматически улучшает показатель, т.к. нет данных по микроэлементам (их концентрация высока и практически всегда превышает нормы). Из имеющихся данных можно сделать вывод, что принятый перечень компонентов в полной мере не отражает степень загрязненности воды водохранилища в районе г. Добрянка, однако для обоих периодов (осеннего и зимнего) характерно высокое содержание биогенных веществ. В осенний период отмечается, кроме того, присутствие нефтепродуктов, а в зимний – высокий показатель ХПК. Содержание кислорода и биохимическое его потребление остается практически неизменным (разница в концентрациях 10%).

По материалам полевых наблюдений за 2006 и 2007гг. во всех створах отмечается превышение ПДК по аммоний-иону в зимний и весенний периоды (до 1,95 доли ПДК). В августе отмечается высокое содержания БПК (1,75 доли) выше и ниже города Добрянка; что может быть вызвано работой ГРЭС и сбросами предприятий выше и ниже населенного пункта. В период начала весеннего наполнения концентрация нефтепродуктов достигает 2,5 долей ПДК, особенно высокое значение отмечается выше города. ХПК для всех проб превышало ПДК. Концентрация фурфурола составляет менее 1 мг/л, при этом наблюдается уменьшение его содержания от верхнего створа к нижнему (с 0,7 до 0,4

мг/л), то есть источник его поступления находится выше г. Добрянки. Содержание сульфитов и тиосульфатов также является незначительным; причем сульфиты быстро переходят в сульфаты, для которых ПДК составляет 300 мг/л. Следует отметить, что содержание в водной массе водоема фурфурола, сульфитов и тиосульфатов отмечено только в период летнего контроля. Из-за эпизодичности наблюдений (отсутствие мониторинга) сложно сказать, почему они не обнаружены в зимний и осенний периоды наблюдений. По результатам проведенных исследований качество воды в период летне-осенней стабилизации уровня воды в районе Добрянки можно считать удовлетворительным. В результаты исследований в соответствии с техническим заданием не были включены концентрации тяжелых металлов (железо, медь, марганец), содержание которых формирует 4 класс качества воды. Можно предположить, что их высокое содержание (по данным ГУ «Пермский ЦГМС») связано с естественным фоном.

Расчеты возможного изменения содержания некоторых загрязняющих веществ в воде водоема в связи с предполагаемым сбросом сточных вод согласно нормативам, проведенные по программе «Зеркало», показали, что серьезного загрязнения исследуемого участка Камского водохранилища (р. Ломоватовка – КамГЭС) не произойдет.

**Д.В. Кулеш, А.Г. Черкашина**

Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека  
СО РАМН, Иркутск

## **ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Качество окружающей среды определяет состояние здоровья человека, и наибольшую опасность для здоровья населения представляет техногенная природная среда и, прежде всего, загрязненность атмосферы. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия теплоэнергетики, промышленные предприятия черной и цветной металлургии и автотранспорт, отходы которых содержат большое количество вредных химических веществ [1,3]. Вклад в загрязнение воздуха промышленных предприятий составляет 58%, автотранспорта – 42%. Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе более чем 100 городов Российской Федерации резко превышает предельно допустимые санитарными нормами уровни, причем за последние годы значительно увеличилось количество вредных выбросов от транспортных

средств в крупных городах, достигнув 37 млн. тонн в год (Доклад Ю.П.Трутнева на «Правительственном часе» 3 декабря 2008 года).

По результатам современных отечественных и зарубежных исследований характерное влияние экологических условий на детей и подростков проявляется в увеличении частоты врожденных пороков развития, хронических заболеваний, таких как болезни крови и кроветворных органов, системы кровообращения, костно-мышечной системы, эндокринные расстройства и др. [2,3,7]. Исходя из вышесказанного, вполне закономерно, что рост экологически зависимых заболеваний среди подрастающего поколения происходит прежде всего в крупных промышленных регионах и городах.

В настоящее время для оценки состояния здоровья используются показатели, разработка и учет которых достаточно хорошо налажены и которые являются основой при составлении органами здравоохранения статистических отчетов. Одной из проблем при оценке состояния окружающей среды являются разработка новых или использование уже имеющихся методических подходов к оценке риска, связанного с химическим загрязнением природной среды. В связи с этим возникает необходимость оценить силу связи между воздействием и развитием заболевания, т.е. экологический аспект проблемы. Для такой оценки существует показатель относительного риска (Relative Risk – RR), который представляет собой отношение риска возникновения какого-либо заболевания у лиц, подвергавшихся воздействию изучаемого фактора, к риску не подвергавшихся этому воздействию [6]. RR характеризует силу связи между воздействием и заболеванием [7,8]. Чем больше значение RR, тем важнее этиологическая роль фактора (риска). Если  $RR=1$ , то фактор не оказывает воздействия. Если значение RR превышает единицу, то существует достоверная связь между возникновением, частотой заболевания и действием изучаемого фактора, и чем больше значение RR, соответственно важнее этиологическая роль фактора (риска) [4]. В силу возможного влияния разнообразных специфических факторов (образ жизни, уровень развития медицинского обслуживания и др.) этот показатель является относительной и ориентировочной величиной, предназначенной для ранжирования источников опасности, существующих на исследуемой территории [5].

Целью данной работы явилась сравнительная характеристика многолетней динамики относительного риска (RR) возникновения основных классов заболеваний у подростков, проживающих в крупных промышленных центрах Иркутской области в 1996 и 2006 гг. Города Ангарск, Братск, Иркутск - крупнейшие промышленные центры Восточной Сибири, включенные в Приоритетный список городов с самым высоким уровнем загрязнения атмосферы. Основными загрязнителями окружающей

среды в Ангарске являются: предприятия нефтехимии и ТЭЦ (формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода, оксиды азота, фенол, аммиак, диметиламин, суммарные углеводороды); Братск занимает ведущее место по производству алюминия, древесины, целлюлозы, пиломатериалов, электроэнергии (метилмеркаптан, бенз(а)пирен, фтористый водород, формальдегид, фенол, свинец, оксиды азота, фтор-газ, твердые фториды, сероводород, сероуглерод). В Иркутске, крупном областном центре, ведущее место в загрязнении атмосферного воздуха занимают высочайшие концентрации бенз(а)пирена (формальдегид, оксид углерода, оксиды азота, углерод черный, фенол, взвешенные вещества) [1].

В качестве контрольных территорий рассматривались показатели общей заболеваемости по обращаемости в г. Усть-Куте, Черемхово и Усть-Илимске, где уровни загрязнения атмосферного воздуха не превышали предельно допустимых концентраций.

Результаты исследования показали высокие значения RR в 2006 г. Рассматривалось возникновение новообразований у подростков в Ангарске, причем за исследуемый период наблюдается рост этого показателя с 1,2 до 2,5; в Братске зарегистрированы наиболее высокие значения относительного риска для новообразований (2,5 в 1996 г. и 2,7 в 2006), болезней нервной системы (1,2 и 2,5), сердечно-сосудистой патологии (0,6 и 2,5), врожденной патологии (2,0 и 2,8) и, особенно, болезней костно-мышечной системы – превышение показателей относительно данных контрольных районов составило 3,6 при отсутствии риска в 1996 году (0,3). Такой значительный рост показателя относительного риска можно объяснить высокими концентрациями фторидов в атмосферном воздухе г. Братска. В Иркутске зарегистрирован высокий прирост за десятилетие значений относительного риска болезней крови (0,8-2,0), сердечно-сосудистой патологии (1,6-3,4), органов мочеполовой системы (1,7-2,2) и врожденных пороков развития (1,8-3,0).

Таким образом, в промышленных центрах Иркутской области, особенно в Братске и Иркутске, остаются серьезнейшими проблемы отдаленных токсических эффектов (общетоксические, канцерогенные нейротоксичные, геннотоксичные) загрязнения окружающей среды, а результаты анализа динамики показателей относительного риска нарушений здоровья подростков подтверждают значительную роль загрязнения атмосферного воздуха в формировании экологического неблагополучия в городах. Полученные результаты позволят в дальнейшем определить главные задачи при реализации целевых комплексных мер по его уменьшению.

## Литература

1. Атмосферный воздух // Гос. докл. о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2004. - С. 59-64.
2. Значение коэффициентов относительного эпидемиологического риска при изучении экологически индуцируемой патологии / В.В. Сушевич [и др.] // Актуальные проблемы охраны здоровья окружающей среды и подготовки кадров для профилактического здравоохранения РБ: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию мед.-проф. фак. БГМУ, 29–30 апреля 2004 г. – Минск., 2004. - Ч. II. – С. 310–313.
3. Оценка риска для здоровья от неблагоприятных факторов окружающей среды: опыт, проблемы, и пути решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 23-25 октября 2002 г. – Ангарск, 2002. – Ч. I. – С. 50.
4. Петри А. Наглядная статистика в медицине: пер. с англ. В.П. Леонова / А. Петри, К. Сэбин. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 144 с.
5. Требования к выполнению работ по оценке риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических факторов среды обитания: СанПиН. – М., 2003. – 190 с.
6. Флетчер Р. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины: пер. с англ. / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. - М: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.
7. Bertell H.R. Extensions of the relative risk concept / H.R. Bertell // *Experientia*. – 1975. – Vol.31, №1. – P. 1-10.
8. Norell S.E. *Workbook of Epidemiology* / S.E. Norell. - New York: Oxford Univ Press, 1995. – P.317.

**С.А. Куролап<sup>1</sup>, О.В. Клепиков<sup>2</sup>, С.А. Епринцев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии Воронежской области, Воронеж

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ г. ВОРОНЕЖА)**

Современные промышленные города – центры острых экологических проблем. На фоне возрастающего техногенного загрязнения среды обитания у населения многих крупных городов проявляются экологически обусловленные заболевания, что определяет актуальность изучения механизмов формирования зон экологического риска и путей оздоровления городской среды обитания.

На примере города Воронежа – крупнейшего промышленного центра Центрального Черноземья – изучена роль техногенных и природных факторов в формировании загрязнения воздушного бассейна и почвы, а также проведено зонирование внутригородского пространства по уровням экологического риска для населения. Методический подход к оценке

экологического риска включал формирование баз эколого-геохимических данных по качеству городской среды и общественного здоровья, оценку риска на базе вероятностно-статистических методов и медико-экологическое зонирование города с помощью геоинформационных технологий.

Исследованы условия формирования экологохимических полей в условиях интенсивной техногенной нагрузки на городскую среду, в пространственном размещении которых проявляется эффект комбинированного воздействия на ореолы загрязнения промышленно-транспортной инфраструктуры (приуроченность зон повышенного загрязнения к промышленно-транспортным объектам экологического риска), архитектурно-планировочной структуры (концентрация ореолов загрязнения в микрорайонах с плотной многоэтажной застройкой с минимальным уличным озеленением) и аэрационного фактора. Достоверная положительная корреляция атмосферного и почвенного загрязнения по суммарным индексам загрязнения среды свидетельствует об аэрогенном механизме формирования полей почвенного загрязнения.

Отмечена различная картина формирования зон аэрогенного загрязнения по сезонам года. Так, в холодный период усиливается загрязнение общественно-делового центра (в «островах тепла»), а в теплый период – окраинных индустриально-развитых микрорайонов и промышленных зон. Зоны максимального загрязнения атмосферы приурочены к подветренным, преимущественно северо-восточным секторам санитарно-защитных зон промышленно-транспортных объектов и прилегающих к ним жилых микрорайонов. Наиболее сильное загрязнение атмосферы наблюдается на территории общественно-делового центра (на спуске от пр. Революции к Чернавскому мосту и на перекрестке ул. Степана Разина – ул. Манежная) и промышленного микрорайона «Машмет» юго-восточного левобережного сектора города. Высокая запыленность воздушного бассейна в условиях плотной городской застройки этих микрорайонов создает зону локального экологического риска.

«Очаги» атмосферного загрязнения активизируются в теплый период года, причем в формировании зон техногенного загрязнения определенную «корректирующую роль» играют аэрационные факторы в условиях комбинированной городской застройки. Основные «аэродинамические коридоры», где снижается загрязнение среды, связаны с акваторией внутригородского водохранилища, а также с фрагментами низкоэтажной и коттеджной застройки юго-западного и левобережного секторов города. Более загрязненными являются микрорайоны, расположенные с подветренной стороны от промышленных зон и крупных автомагистралей при преобладающей «строчной» многоэтажной жилой застройке,

выполняющей барьерную функцию на путях разноса поллютантов по воздуху.

Исследована структура загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами и тяжелыми металлами (Zn, Cu, Pb, Ni, Cr, Mn). Общий уровень загрязнения почвы нефтепродуктами и тяжелыми металлами умеренный с отдельными «очагами» экстремально высокого загрязнения. Наибольшее загрязнение почвенного покрова наблюдается на участках концентрации локальных микропонижений рельефа, вблизи промышленно-транспортных систем левобережного сектора города и на плакоре центрального сектора. Большинство почвенно-геохимических аномалий расположены вдоль крупных автодорог города (вблизи ул. Ворошилова, Грамши, 9 Января, Ленинского пр.). Более «чистые» зоны города как по атмосферному, так и почвенному загрязнению отчетливо тяготеют к внепромышленным, «спальным» микрорайонам (микрорайоны «Северный» и «Агроуниверситет»).

Установлено, что важное значение в формировании полей эколого-геохимического загрязнения городской среды, помимо промышленно-транспортной инфраструктуры, имеют рельеф, градопланировочные факторы и аэрационный режим внутри городской застройки. Даже в относительно небольших котловинах концентрация загрязнителей атмосферы и особенно почвы, как правило, значительно выше, чем на возвышенностях. Так, в районе ул. Транспортная в недостаточно проветриваемой низине сформировалась зона довольно высокого загрязнения атмосферы. Склонный рельеф усугубляет повышенное загрязнение атмосферы и почвы на спуске к Чернавскому мосту из центра города. В то же время на большей части как правобережной, так и левобережной набережных Воронежского водохранилища и близлежащих прилегающих к ним микрорайонов, расположенных в «низком» секторе города, повышенного загрязнения атмосферы и почвы не обнаружено вследствие, видимо, хорошей аэрации данной приаквальной зоны.

В целом, однако, загрязнение левобережного индустриального сектора города усиливает фактор рельефа и розы ветров, поскольку этот сектор является «приемником» отходящих выбросов правобережья при ослабляющей роли аквальной зоны водохранилища.

По оригинальной методике нами проведен анализ направлений вихревых потоков, создающих своеобразные «аэродинамические коридоры» и зоны аккумуляции атмосферных загрязнений в городе. Установлено, что в локальных участках города с наибольшим наносом снега в зимний период могут осаждаться и аккумулироваться вредные вещества, приносимые с ветром и атмосферными осадками от промышленно-транспортных источников, а на участках с достаточной продуваемостью, где снег не накапливается, а высота снежного покрова

ниже, уровни загрязнения почвы химическими веществами снижаются. Прослеживается прямая достоверная корреляционная связь средней степени между высотой снежного покрова и содержанием ряда тяжелых металлов в почвенном покрове (Pb, Mn, Ni) .

Установлено, что «ответная реакция» населения на техногенное загрязнение проявляется в достоверном увеличении заболеваемости как взрослого, так и детского населения (особенно болезней крови и кроветворных органов, органов дыхания). Наиболее сильные корреляции наблюдаются между заболеваемостью детского (мужского) населения и загрязнением атмосферы в холодный период года на фоне сезонного ухудшения эколого-климатических условий среды жизни городского населения.

Реализованный на примере крупнейшего промышленного центра Центрального Черноземья (города Воронежа) методический подход к выделению зон экологического риска вполне может быть применим для оперативного экологического контроля и мониторинга. В условиях преимущественно аэрогенного механизма формирования зон техногенного загрязнения городской среды эффективным является эколого-геохимический мониторинг в зонах экологического риска. Внедрение предлагаемой системы оптимизационных мероприятий для оздоровления окружающей среды промышленно-развитого города ориентировано, прежде всего, на решение трех приоритетных задач (модернизацию автотранспортных сетей, контроль выбросов предприятий теплоэнергетики, озеленение внутригородского пространства), реализация которых позволит поэтапно снижать риск появления экологически обусловленных заболеваний среди населения города.

**В.А.Никифорова, А.А.Никифорова, Е.Н.Дубровина,  
И.В.Камышникова**

Братский государственный университет

## **ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК ОСНОВА ПРИРОДООХРАННОЙ ПОЛИТИКИ**

Среди наиболее важных изменений в природоохранной политике развитых капиталистических стран, возникших в середине 80-х годов XX века, было признание роли оценки рисков и управления рисками при принятии решений в сфере экологии и охраны здоровья населения. Первоначально в США и других странах в экологических законодательствах как парадигма выдвигалось требование установления и

соблюдения норм содержания химических и биологических загрязнителей, интенсивности физических факторов для обеспечения охраны здоровья населения. В основе этого подхода лежит концепция пороговости действия факторов. Фактически именно она используется в большинстве законодательных и нормативных актов по обеспечению охраны окружающей среды и здоровья населения в нашей стране.

Но практика поставила вопрос о том, что будет при превышении нормативов, при наличии нескольких факторов на уровне нормативных величин и даже ниже, их комбинированном, комплексном, сочетанном действии? Какие изменения здоровья населения и экологических систем возможны? Каков риск возникновения тех или иных заболеваний, демографических и экологических изменений? Какой риск можно признать приемлемым?

В результате попыток ответить на эти вопросы возникла достаточно противоречивая область оценки экологических рисков. Были выделены научная сторона проблемы – оценка риска и практическая – управление риском.

Оценку риска можно определить как характеристику потенциального действия на здоровье человека и окружающую среду неблагоприятных факторов с установлением качественных и количественных оценок для реальных условий. Обычно она рассматривается как четырехэтапный процесс. Первый этап – распознавание опасности. Он состоит в определении, случайно или нет воздействие некоторого фактора ассоциируется с определенными изменениями здоровья и состояния окружающей среды. Для ответа на данный вопрос используются три основных источника информации: 1) экспериментальные исследования, 2) клинические наблюдения, 3) эпидемиологические исследования. Каждый из них имеет свои ограничения и при неправильной трактовке может привести к ложному выводу. Второй этап – оценка зависимостей «доза-эффект». Он заключается в описании взаимоотношений между действующей или полученной дозой (концентрацией и т.п.) и частотой проявлений отрицательного последствия, построении математических моделей. Здесь также имеются значительные трудности, связанные с ограниченностью базового материала, диффузным характером связей, высокой неустойчивостью систем. Третий этап – оценка воздействия в реальных условиях. Он включает определение: источников опасности, распространения и возможной трансформации факторов в окружающей среде; реальных уровней фактора в объектах окружающей среды; времени воздействия фактора; реальных доз (концентраций) фактора в организме; размера и характера популяции, подвергающейся воздействию. Четвертый этап – характеристика риска. Он заключается в интеграции трех вышеуказанных этапов и приводит к получению оценки, выражаемой в

прогнозе частоты увеличения негативного последствия. Например, вероятность дополнительных смертей от злокачественных новообразований на миллион жителей. Естественно, что во всем, что мы делаем, существует определенный риск. Поэтому установленный риск действия фактора соотносится с известными (например, риск убийства, авткатастрофы, курения и т.д.), что позволяет дать правильную оценку проблемы действия данного фактора. Управление риском – процесс принятия решения, который производится на основании оценки риска.

Как видно из приведенного материала, оценка риска является сложной, дорогостоящей, продолжительной работой. Она включает ряд неопределенностей объективного и субъективного характера. Но данный путь можно признать достаточно эффективным при современном уровне развития знаний.

Практическое использование оценки рисков и тем более управления рисками в нашей стране ограничено не только научными и методическими трудностями, указанными выше, но и отсутствием законодательной базы применения данного подхода. В связи с этим дальнейшие перспективы его развития должны включать: 1) наработку и обобщение фактического материала для формирования базы исходных данных в целях проведения оценок и принятия решений; 2) совершенствование методических подходов; 3) создание законодательных основ для внедрения метода в практику.

**В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, И.В. Камышникова**

Братский государственный университет

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, СВЯЗАННОГО С ХИМИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ**

Город Братск является одним из важных промышленных центров Иркутской области. На ограниченной территории расположены крупнейшие предприятия различных отраслей. Ведущая роль в структуре промышленности города принадлежит следующим отраслевым комплексам: электроэнергетике, лесной, деревообрабатывающей, целлюлозной промышленности и цветной металлургии. Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха города обусловлен поступлением в атмосферу значительных масс загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта. Основными стационарными источниками атмосферы являются: ОАО «Братский алюминиевый завод» - 68 %; предприятия теплоэнергетики (Иркутские ТЭЦ – 6,7, «Северные

тепловые сети») – 22 %; ОАО «Целлюлозно-картонный комбинат» и ОАО «Братскомкомплексхолдинг» - 8%.

Административно город разделен на три округа – Центральный, Падунский и Правобережный. Сложившаяся эколого-гигиеническая обстановка влияет на здоровье населения.

Цель работы – оценка неканцерогенного риска от воздействия загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения г. Братска.

Среднегодовые концентрации пыли в воздухе жилых районов Центрального Падунского и Правобережного округов в 2000 и 2001 годах находились на одном уровне и превышали ПДК<sub>сс</sub> в 2 раза. На 2002 год концентрация изменилась только в Падунском округе, превышение ПДК<sub>сс</sub> составило 1,4 раза. В 2003–2004 годах превышение ПДК<sub>сс</sub> зарегистрировано только в центральной части города и составило 2 ПДК<sub>сс</sub>, к 2005 г. положение несколько улучшилось, превышение зарегистрировано только в Центральном районе.

Загрязнение диоксидом азота в концентрациях выше ПДК в 1,3 – 3,8 раза. Отмечается более высокое загрязнение этим веществом территории Центрального и Правобережного административных округов.

Среднегодовые концентрации формальдегида за период 2000–2005 годы превышали ПДК<sub>сс</sub> только в Центральном районе (с 2002 по 2005 год в 1,4–3,0 раза). В Падунском округе превышение зафиксировано только в 2005 году, в Правобережном округе превышение в 1,6 раза зафиксировано в 2001 году.

Среднегодовые концентрации оксида углерода, фтористого водорода, диоксида серы, сероводорода в период 2002–2004 гг. зафиксированы ниже среднесуточных ПДК. Превышения зафиксированы в отдельные дни в Центральном районе: по сероводороду в 9,4 раза; по фтористому водороду в 1,2 раза; по оксиду углерода в 1,8 раза.

Анализ динамики среднегодовых концентраций за период 2000–2005 гг. в жилой застройке города позволяет выявить приоритетные примеси – пыль, диоксид азота, оксид углерода, а также ряд специфических примесей – сероуглерод, метилмеркаптан, формальдегид, фтористый водород, твердые фториды, содержание которых превышает предельно допустимые концентрации.

Таким образом, анализ данных среднегодовых концентраций химических веществ, определяемых в атмосферном воздухе селитебных территорий города, свидетельствует, что на первом месте по уровню загрязнения атмосферы находится Центральный округ, на втором – Правобережный, и менее всего загрязнен воздух Падунского округа.

Проведена оценка риска для здоровья населения, обусловленная воздействием приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Риск неканцерогенных эффектов оценивался по

данным расчетов коэффициента опасности и индекса опасности для Центрального, Падунского и Правобережного округов г. Братска за период 1993-2005 гг.

Наибольшее значение индекса опасности выявлено по Центральному району в период с 1993 по 1997 гг., что, вероятно, объясняется характером концентраций загрязняющих веществ. Уменьшение значения индекса опасности прослеживается с 1994 по 1996 гг. по Центральному району за период с 1993 по 1996 гг. Это обусловлено снижением валовых выбросов, что может быть следствием мероприятий, реализуемых в ходе работы Федеральной Целевой Программы (ФЦП) «Экология г. Братска».

Наибольший уровень значения индекса опасности выявлен после завершения работы ФЦП «Экология г. Братска» для Центрального района в 1999, 2002 гг. и подчеркивает необходимость дальнейших мероприятий по модернизации градообразующих производств и реализации мероприятий, направленных на уменьшение концентрации загрязняющих веществ.

Снижение значения индекса опасности выявлено с 2002 по 2005 гг., что, вероятно, связано с модернизацией производства и газоочистных установок, проходящей на предприятии «ОАО БрАЗ», сокращением фторсодержащих соединений в атмосферном воздухе.

Для Падунского округа наибольшее значение индекса опасности выявлено в 1998 (НИ=3,19), 1999 (НИ=3,15) и 2002 (НИ=2,99), годах, для Правобережного округа увеличения определены в 1998 (НИ=3,81), 1999(НИ=3,41) и 2004 (НИ=2,92) годах, что обусловлено увеличением концентраций диоксида азота.

В условиях изолированного действия рассматриваемых веществ коэффициенты относительной опасности по диоксиду азота, сероуглероду в зависимости от тяжести не превышают единицы. Коэффициенты относительной опасности по сероводороду, диоксиду серы и фенолу соответствуют уровням минимального риска.

Расчет коэффициента относительной опасности при условии совместного действия диоксидов азота и серы показал, что одновременное их присутствие в атмосферном воздухе хотя и приводит к усилению опасности, но незначительно. Это связано с тем, что концентрации диоксида серы намного ниже существующих ПДК.

Коэффициент относительной опасности при условии совместного действия диоксидов азота и серы за период 1993 – 2005 гг. для Центрального округа соответствует пороговым хроническим эффектам; для Падунского и Правобережного округа – соответствует уровням минимального риска.

Расчет коэффициента относительной опасности при условии совместного действия сероуглерода и фенола показал, что одновременное

их присутствие в атмосферном воздухе хотя и приводит к усилению опасности, но незначительно. Это связано с тем, что концентрации фенола находятся на уровне существующих ПДК.

Сравнительный анализ кратности превышения ПДК химических примесей в атмосферном воздухе города за период с 1993 по 2005 гг. показал, что Центральный район является наиболее загрязненным.

Содержание химических примесей в атмосферном воздухе города за период с 1984 по 2005 гг. позволило установить:

- Для всех административных округов города (Центральный, Падунский, Правобережный) наибольший вклад как в суммарную величину индекса опасности, так и в риск воздействия на органы дыхания за период с 1993 по 2005 гг. вносит диоксид азота. Наименее значимую роль в формировании риска на органы дыхания играет диоксид серы.
- В условиях изолированного действия коэффициенты относительной опасности по диоксиду азота, сероуглероду в зависимости от тяжести реакции организма при ингаляционном воздействии соответствуют пороговым хроническим эффектам. Коэффициенты относительной опасности по сероводороду, диоксиду серы и фенолу соответствуют уровням минимального риска.
- Коэффициент относительной опасности при условии совместного действия диоксидов азота и серы для Центрального округа соответствует пороговым хроническим эффектам; для Падунского и Правобережного округа.
- Уменьшение значения кратности превышения ПДК по всем загрязняющим веществам в период с 1999 по 2005 гг. связано со стабильным контролем за содержанием примесей и проведением природоохранных, технических, организационных мероприятий на крупнейших градообразующих предприятиях.

**В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, Н.Н. Ларионова, С.Н. Филиппова**

Братский государственный университет

## **РИСК НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Формирование территориально-промышленных комплексов Иркутской области привело к необоснованной концентрации промышленных гигантов и осложнению экологической обстановки. В настоящее время г. Братск является одним из важных промышленных

центров. Ведущая роль в структуре промышленности города принадлежит электроэнергетике, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозной промышленности, а также цветной металлургии. Из всего комплекса экологических факторов наиболее выраженное влияние на здоровье населения урбанизированных территорий оказывает качество атмосферного воздуха.

В жилой застройке города разовые концентрации пыли, диоксида азота, оксида углерода, сероводорода, сероуглерода, фтористого водорода, твердых фторидов, фенолов, формальдегида, метилмеркаптана превышают ПДК. Доля значимости загрязнения атмосферного воздуха во влиянии на здоровье составляет 36%.

С повреждающим действием загрязняющих веществ, специфичных для города Братска, может быть связано появление и развитие различных видов патологии органов дыхания, кровообращения, эндокринной и нервной систем, костно-мышечного аппарата.

Целью работы является изучение состояния здоровья студентов в процессе учебной деятельности в условиях влияния неблагоприятных экологических и социальных факторов.

При выполнении исследования использованы физиологические, гигиенические, клинико-лабораторные и математико-статистические методы и анкетирование.

Проведено обследование студентов Братского государственного университета (БрГУ), проживающих в г. Братске постоянно и прибывших из населенных пунктов северной части Восточной Сибири. Обследованы 67 студентов в возрасте 17-19 лет (из них 37 юношей и 30 девушек). В качестве контрольных показателей использованы данные, характеризующие состояние здоровья студентов, проживающих в г.Северобайкальске, расположенного в аналогичных климато-географических условиях, но не подвергающихся техногенному воздействию химических примесей.

Соматометрические параметры.

Группа обследованных юношей имеет высокие параметры: роста, массы тела и окружности грудной клетки. Средние параметры роста ( $181,31 \pm 3,3$  см – у юношей БрГУ, против  $173,25 \pm 2,40$  см – в контроле) и массы ( $67,90 \pm 1,83$  кг и  $65,0 \pm 1,42$  кг, соответственно). Различия по критериям Стьюдента и Вилкоксона ( $p \leq 0,05$ ) достоверно выше, чем для контрольной группы. Окружность грудной клетки в покое составляла у студентов –  $88,58 \pm 1,33$  см, а в группе сравнения –  $85,53 \pm 1,46$  см ( $p \leq 0,1$ ). Девушки–студентки характеризовались некоторой тенденцией к астеничности в сравнении с девушками контрольной группы, незначительно отставая от сверстниц в росте ( $165,07 \pm 2,46$  см, против  $166,72 \pm 1,52$  см ( $p > 0,05$ ), окружности грудной клетки ( $82,9 \pm 1,24$  см, против

83,5±0,89 см ( $p>0,05$ ). Отличие показателей массы тела имеет статистическую значимость, средняя масса у студенток (57,58±0,97 кг), что на 2,6 кг меньше, чем у девушек группы сравнения ( $p\leq 0,05$ ).

При оценке морфофункционального состояния было установлено, что дисгармоничное развитие отмечается как за счет избытка, так и за счет дефицита массы тела и наблюдается у 43,9 % обследованных студентов.

По массе тела большинство студентов отнесено к средним величинам с гармоничным уровнем физического развития, что составило 56,1% обследованных (66,6±8,6% девушек и 47,2±8,3% юношей,  $p>0,05$ ). У девушек отклонения в показателях наблюдались в основном по повышенной массе тела (23,3±7,2%), а у юношей по сниженной массе тела (27,8±7,1%). В ходе обследования выявлен дефицит веса у 4 юношей (11,1±5,2%).

По показателю индекса массы тела большинство обследованных студентов имеют оптимальную массу тела (76,7±7,7% девушек и 55,5±8,2% юношей,  $p>0,05$ ). Показатели выше нормы выявлены только у 13,3% девушек, а доля юношей с пониженным индексом составляет 30,5±7,7 %, что достоверно больше чем у девушек - 10,0±5,4 %,  $p\leq 0,05$ .

Показатели активной массы тела у 60,0% девушек и 50,0% юношей соответствуют региональным показателям физического развития детей и подростков Иркутской области. Среди обследованных с повышенной массой 16,6% девушек и 2,8% юношей, а с пониженной АМТ 47,2±8,3% юношей и 23,3±7,8% девушек, различия статистически значимы.

Наиболее важными показателями состояния здоровья в возрастные периоды после прекращения активного роста являются физиометрические параметры. Средний показатель мышечной силы юношей-студентов составил 44,6±1,7кг, а девушек – 23,67±1,4кг (различия достоверны по критерию Стьюдента). Различия сохраняются и при оценке относительной мышечной силы, которая у девушек равна 4,1, а у юношей – 6,7 условных единиц. Показатели мышечной силы кистей рук у 51,5% обследованных студентов находятся в пределах возрастной нормы, а у 26,6±8,1% девушек и 8,3±4,6% юношей - ниже средних показателей для лиц данного возраста различие по полу достоверно ( $p\leq 0,01$ ). Для оценки вентиляционной способности легких был определен легочный объема с получением показателей жизненной емкости легких: максимальный объем газа, выдыхаемый после максимального вдоха. Результаты исследования легочных объемов оценивают путем сравнения с аналогичными величинами, рассчитанными по регрессионным уравнениям, отражающим связь объемов с ростом или по номограммам. Учитывая результаты проведенного исследования, было выявлено следующее: средний показатель ЖЕЛ у юношей -3,7л, а у девушек 2,55л. У 70% девушек

легочный объем, находится в пределах возрастной нормы. Соответственно, у 30% обследованных девушек показатель жизненной емкости легких находится ниже уровня возрастной нормы. Показатели жизненной емкости легких у 61,1% юношей находится в пределах возрастной нормы, а у 38,9% юношей этот показатель ниже нормы, различие статистически не достоверно.

Интегральная оценка состояния здоровья студентов.

Анализ отдельных показателей дает неполную информацию и не позволяет адекватно судить о состоянии здоровья обследованных. Поэтому в научной литературе приводится ряд интегральных показателей, обобщающих отдельные признаки. Одним из таких показателей служит, предложенный Ю.Н.Кагульским, метод оценки состояния здоровья (S).

Следует отметить, что девушки имеют больший риск нарушения здоровья ( $S=4,3\pm 0,6$ ,  $p<0,001$ ), по сравнению с юношами ( $S=3,6\pm 0,3$ ,  $p<0,001$ ), тогда как в контрольной группе эти различия незначительны ( $S=1\pm 0,2$  и  $S=1,3\pm 0,4$ ). Изучение индивидуальных показателей студентов свидетельствует о негативных процессах в организме у 57,6±6,1% обследованных, среди которых 60,0±9,1% среди девушек и 55,6±8,3% юношей.

Учитывая, что группа обследованных студентов имеет смешанную структуру по ряду признаков традиционно считающихся значимыми для формирования здоровья, нами проведено сравнение показателей и интегральной оценки в отдельных когортах. При сравнении показателей состояния здоровья у студентов, родившихся и выросших в г. Братске, по сравнению с приехавшими на учебу из других территорий севера Восточной Сибири, отмечено следующее. Братчане (юноши и девушки) характеризуются более высоким ростом (причем в группе юношей различие достоверно 182,46±1,8, против 177,25±1,3см,  $p<0,05$ ). При этом масса тела жителей г. Братска несколько ниже, чем у приехавших сокурсников. Когорты девушек по массе тела имеют статистически значимые (по критерию Вилкоксона-Манна-Уитни) различия (55,49±1,7, против 58,34±1,9 кг). У юношей г. Братска отмечен более высокий уровень систолического артериального давления (117,36, против 110,88 мм. рт. ст.). Особенности по прочим изучаемым признакам не выявлено. Таким образом, полученные результаты установили влияние неблагоприятных экологических факторов на состояние здоровья студенческой молодежи.

## Я.К. Премина

Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск

### **СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Промышленной основой экономики Архангельской области являются отрасли лесной промышленности. Удельный вес области в производстве продукции лесной промышленности России составляет около 6% (в том числе: в общероссийском производстве древесины – 10%; пиломатериалов – 11%; картона – 39%; бумаги – 9%). В области работают крупнейшие предприятия лесной промышленности страны – ОАО «Архангельский ЦБК» (г. Новодвинск), ОАО «Котласский ЦБК» (г. Коряжма), ОАО «Соломбальский ЦБК» (г. Архангельск).

Численность населения Архангельской области на 01.01.2007 г. составила 1280,6 тыс. чел. В городах и ПГТ проживают 936,9 тыс. чел. (73,2%). В 5 наиболее крупных городах области – Архангельске, Северодвинске, Новодвинске, Котласе, Коряжме сосредоточено 74,7 % городского населения (или 54,6% населения области).

В структуре первичной заболеваемости совокупного и детского населения Архангельской области наибольший удельный вес в 2006 году имели болезни органов дыхания (44 и 62% соответственно). За период 2002-2006 гг. у совокупного населения Архангельской области самые высокие темпы прироста заболеваемости были по врожденным аномалиям (15%), среди детского населения – по болезням системы кровообращения (26%), врожденным порокам развития (14%). В структуре заболеваемости населения достаточно четко просматриваются различия между городской и сельской местностью (таблица).

Заболеваемость населения по некоторым классам болезней  
по городам и районам Архангельской области в 2007 г. (на 100 000 населения) [1]

Территория	Болезни органов дыхания	Новообразования	Врожденные аномалии	Болезни кожи и подкожной клетчатки	Болезни костно-мышечной и соединительной ткани
Всего по области	38694,9	1027,0	519,3	5458,2	4391,9
Города	43276,5	1260,1	616,1	6162,4	4543,2
Районы (Сельское население – 100%)	33288,1	879,4	169,1	3805,5	4372,3

Территориями риска по первичной заболеваемости болезнями органов дыхания за 2002-2006 гг. были Новодвинск и Коряжма, где их частота в среднем превышала среднеобластной уровень в 1,3 раза; болезнями органов кровообращения среди детского населения – город Северодвинск – в 3 раза; врожденными пороками развития – город Северодвинск (у детей до 14 лет – в 3 раза; у совокупного населения – в 2 раза); болезнями кожи и подкожной жировой клетчатки – Новодвинск и Коряжма – в 1,3 раза; болезнями нервной системы у совокупного населения – Коряжма, среди детей - Северодвинск, где заболеваемость достоверно выше, чем в среднем по области. Группами максимального риска (по данным 2002-2006 гг.) по заболеваемости болезнями органов дыхания в Новодвинске, Коряжме, Котласе являются дети в возрасте до 14 лет и подростки, в Архангельске – дети до 9 лет, в Северодвинске – дети до 14 лет [2].

Итак, в Архангельской области сложилась неблагоприятная ситуация с показателями здоровья населения. Безусловно, на нем сказывается и геомагнитное влияние магнитного полюса Земли, и экстремальное воздействие климата, и то, что Архангельская область находится в зоне геохимической провинции с низким содержанием йода, фтора в воде и почве. Но, на наш взгляд, основной причиной ухудшения здоровья населения является техногенная деятельность человека. Множество промышленных предприятий области, расположенных в основном в городах, наносят ущерб северной легкоранимой природе и человеку. Если в целом по Архангельской области выбросы вредных веществ в атмосферу на душу населения в 2006 г. составили 260 кг, то в городах – 327, а в сельских районах – 98 [3]. Город Архангельск входит в группу российских городов с максимальным уровнем загрязнения атмосферы. Загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух в результате деятельности предприятий промышленности (особенно – целлюлозно-бумажной), теплоэнергетики и автомобильного транспорта.

Проблему загрязнения атмосферного воздуха в городах определяют в основном бенз(а)пирен и формальдегид. Их среднегодовые концентрации в 2006 г. в Архангельске превышали 3 и 2 ПДК соответственно, Новодвинске – 2,5; 2,3, Северодвинске – 3; 3,3 и Коряжме – 1,7. Загрязнение воздуха сернистыми соединениями вносят ЦБК. Кроме того, в Архангельске наблюдалось в 2006 г. превышение ПДК по концентрации оксида азота (1,2 раза), сероводорода (4,6), диоксида азота (3,2), оксида углерода (1,6); в Новодвинске - сероводорода (5); метилмеркаптана (3), Коряжме - сероводорода (4); метилмеркаптана (1,4).

Рассмотрим как влияют вредные выбросы в атмосферу на здоровье человека на нескольких примерах. Бенз(а)пирен – один из наиболее сильных канцерогенов. В опытах на мышах попадание спиртового

раствора бенз(а)пирена на кожу вызывает развитие опухоли в течение 90-100 суток, а внутримышечная инъекция – вызывает быстрое развитие саркомы [4]. Некоторые оксиды азота сильно ядовиты: NO – действует на центральную нервную систему, NO<sub>2</sub> (диоксид азота) и N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> - разрушающе действуют на легкие, в тяжелых случаях вызывают отек, понижают кровяное давление [5].

Корреляционный анализ позволил установить достоверную связь средней и сильной силы в Коряжме между загрязнением атмосферного воздуха бенз(а)пиреном и заболеваемостью ОРВИ детей в возрасте до 1 года, 5-6, 7-9, 10-14 лет; острым бронхитом в группах детей 7-14 лет; острой пневмонией у детей 10-14 лет; с загрязнением атмосферного воздуха метилмеркаптаном и заболеваемостью острым бронхитом детей до 1 года и острой пневмонией детей 1-2 лет. У детей до 1 года и 1-2 лет была установлена достоверная связь между заболеваемостью бронхиальной астмой и содержанием в атмосферном воздухе сероводорода, диоксида серы и диоксида азота. Оценка канцерогенного риска для двух веществ – формальдегида и бенз(а)пирена показала, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск составил в 2005 г. в Северодвинске  $8,7 \times 10^{-5}$ , Новодвинске –  $8,12 \times 10^{-5}$ , Архангельске –  $6,7 \times 10^{-5}$ , что превышает приемлемый риск для населения селитебной зоны ( $10^{-6}$ ) [6].

Проблемы, связанные с урбанизацией, необходимо решать не отдельными частными мероприятиями, изыскивая скороспелые и малоэффективные решения, а разработав комплекс взаимосвязанных социальных, экологических, технических и других мер.

## Литература

1. Здоровоохранение в Архангельской области в 2003-2007 гг. (районный разрез); отв. за вып. Л.А. Родичева, И.Н. Сулонова, Г.П. Тарасова; Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области (Архангельскстат).- Архангельск, 2008. – 48 с.
2. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2006 году; отв.ред. Л.Г. Доморошнова; Комитет по экологии администрации Архангельской области. – Архангельск, 2007.-320 с.
3. Окружающая среда, природные ресурсы Архангельской области за 2000-2006 годы (районный разрез); отв. за вып. И.М. Хайруллина, Н.В. Королькова; Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области (Архангельскстат).- Архангельск: Архангельскстат, 2007. - 55 с.
4. Карпова, Н.Б. Бензапирены / Н.Б. Карпова // Химическая энциклопедия в 5 т. Т.1: А-Дарзана/ гл. ред. И.Л. Кнунянц.- М.: Советская энциклопедия, 1988. - С.520.
5. Жаворонков, Н.М. Азота окиси / Н.М. Жаворонков, И.К. Малина //Химическая энциклопедия: в 5 т. Т.1: А-Дарзана/ гл. ред. И.Л. Кнунянц.- М.: Советская энциклопедия, 1988. - С.95-96.
6. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2005 году; отв. ред. Н.М. Бызова; Комитет по экологии администрации Архангельской области.- Архангельск: Комитет по экологии администрации Архангельской области, 2006.-272 с.

### Секция 3 Экономические механизмы в экологическом управлении

А.А. Баяндина, Л.А. Гевлич

ГОУВПО « Самарский государственный технический университет»

#### **МАЛЫЙ БИЗНЕС – РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБУВИ ИЗ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА**

При открытии производства обуви из пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) индивидуальный предприниматель Р.Р. Нерсесян установил технологическое оборудование в бывших механических мастерских автобазы в с. Кинель – Черкаassy Самарской области. Основными источниками загрязнения атмосферы на данном производстве являются смесители получения пластификатора из ПВХ и литьевые машины формирования обуви.

При работе указанного оборудования в атмосферу выбрасываются вещества 7 наименований: пыль ПВХ, сажа, мел, пары диоксанового спирта, хлористый водород, винилхлорид и взвешенные вещества.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) для данного производства составляет 300 метров (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03). Внутри СЗЗ около здания мастерских находятся жилые дома села.

Установка вентиляционных систем в промышленных мастерских была осуществлена без проведения необходимых расчетов.

Проведенные санитарными службами замеры воздушной среды в жилых домах, находящихся в непосредственной близости от мастерских, показали, что концентрации диоксанового спирта превышают нормативные значения, а сажа и пыль ПВХ достигают 0,8 – 0,9 ПДК.

В данной работе были проведены расчеты рассеивания загрязняющих веществ по программе «Эколог 3» и подобраны необходимые технические параметры работы вентиляционных систем. Увеличение высоты вентиляционных труб с 7 до 12 метров и повышение объемной скорости вентиляции с 3600 до 6000 м<sup>3</sup>/ч позволило улучшить санитарную обстановку в рабочих помещениях и изменить условия рассеивания загрязняющих веществ. Проверочные расчеты рассеивания и инструментальные замеры в жилой зоне показали, что экологическая обстановка вокруг предприятия не превышает санитарных норм.

## **ПОСТРОЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РОССИИ И МИРЕ**

Важный вопрос в реализации концепции устойчивого развития (УР) – выявление его индикаторов – показателей, характеризующих изменение состояния экономики, социальной сферы и окружающей среды во времени, дающих количественную и качественную характеристику проблемы. Одной из первых международных организаций, предложивших критерии отбора индикаторов, была Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). При разработке показателей УР были выделены следующие критерии отбора: 1) значимость и полезность для использования, 2) аналитический характер, 3) измеримость.

Мировой опыт в области разработки индикаторов УР показывает, что существуют 2 подхода к их построению:

1) построение системы индикаторов, каждый из которых отражает отдельные аспекты УР. Выделяют следующие подсистемы показателей: экологические, экономические, социальные, институциональные.

2) построение интегрального, агрегированного индикатора, на основе которого можно судить о степени устойчивости социально-экономического развития. Агрегирование обычно осуществляется на основе 3 групп показателей: эколого-экономических, эколого-социально-экономических, экологических.

Общепризнанными критериями УР являются: для возобновимых природных ресурсов – их количество или возможность продуцировать биомассу, не уменьшающиеся со временем; для невозобновимых – максимально возможное замедление темпов истощения с перспективой замены их в будущем на нелимитируемые ресурсы; для отходов – возможность минимизации количества на основе внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий; загрязнение окружающей среды не превышающее современный уровень.

ООН сегодня – самая значительная организация, занимающаяся УР. Помимо ООН, критерии и индикаторы УР разрабатывают: Всемирный Банк, ОЭСР, Европейская комиссия, Научный комитет по проблемам окружающей среды (SCOPE) и др.

Международные данные по индикаторам УР, которые можно рассматривать для оценки последних изменений, доступные с середины-конца 1990-х, представлены в тринадцати странах: Франции, Германии, Великобритании, Италии, Нидерландах, Бельгии, Дании, Швеции, Норвегии, Канаде, Японии, Австралии и США.

Крупнейшим проектом в области разработки эколого-экономических индикаторов для стран СНГ является проект «Тестирование индикаторов УР бассейна Аральского моря», выполненный в рамках проекта ПРООН для Центральной Азии «Развитие потенциала бассейна Аральского моря» (2000).

Указ Президента РФ «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» вышел в 1996 г. вместе с утверждением Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Указано, что улучшение качества жизни людей должно обеспечиваться в тех пределах хозяйственной емкости биосферы, превышение которых приводит к разрушению естественного биотического механизма регуляции окружающей среды и ее глобальным изменениям.

Госкомстатом России разработана и используется «Система статистических показателей охраны окружающей среды». Эта система обобщает информацию, разрабатываемую как Госкомстатом России, так и другими ведомствами, и содержит наиболее полный обзор сведений о состоянии окружающей среды и ее охране.

В России имеется определенный опыт оценки эколого-экономических показателей, главным образом, на региональном уровне. Например, отдельные компоненты национального богатства, а именно природный капитал, в настоящее время рассчитаны для некоторых регионов России: Ярославской, Калужской, Самарской, Московской, Воронежской областей. Однако практически ни в одном из этих случаев не были учтены все составляющие природного капитала.

Имеющаяся в России государственная статистическая информация позволяет получить количественные значения основных эколого-экономических индикаторов и предложить их для оценки уровня устойчивости на национальном уровне, направлений движения российской экономики, а также для выявления наиболее острых проблем, препятствующих устойчивому развитию.

На сегодняшний день все страны мира охвачены составлением показателей УР с учетом социально-экономических и экологических особенностей каждой страны. Устойчивое развитие отдельных городов неотделимо от составления общестрановых и региональных показателей УР.

Л.С. Жирина<sup>1</sup>, Г.С. Шутенко<sup>1</sup>, С.А. Жирин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского

<sup>2</sup>Российский Университет Дружбы народов, Москва

## **К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БИЗНЕСА**

Экономика не может устойчиво развиваться на фоне экологических катастроф. Ее успешное развитие подразумевает и оптимальные процессы развития окружающей природной среды. Экономические и экологические задачи необходимо решать одновременно, заранее укрепляя экологическую экспертизу и контроль, законодательную систему и подготовку специалистов на стыке наук экологии и экономики, то есть общество должно учитывать оценку стоимости ресурсного потенциала в денежном эквиваленте.

Но даже в начале XXI века в России существует проблема цены ресурса, причем, часто при ресурсном подходе к оценке исключаются объекты, не имеющие в настоящее время потребительной стоимости. На сегодня эта проблема усложняется появлением таких факторов как инфляция и финансовый кризис.

Для нашего восприятия достаточно новы термины экологический бизнес, экологический банк, экологическая предприимчивость, но и промышленность, и бизнес понимают, что объективная угроза выживаемости человечества выдвинула необходимость направления процессов взаимодействия общества, природы и экономики в русло взаимной деятельности. Тем не менее продолжает существовать стереотип о принципиальной несовместимости устойчивого экономического развития с экологическим благополучием.

В основе рыночного механизма экологических ресурсов лежит эластичность спроса на ресурсы по цене и доходу. Еще в конце 80-х годов XX столетия американцы предложили новый подход для ликвидации негативных побочных эффектов в своей стране [1]. Суть его в формировании рынка прав на побочные эффекты. Комитету по охране окружающей среды целесообразно продавать право на загрязнение почвы, воздуха, воды. При высоких фонах те, кто загрязняет окружающую среду, либо перестанут ее загрязнять, либо построят очистные сооружения. Таким образом, устанавливается равновесная рыночная цена на права загрязнения.

Такой план имеет ряд преимуществ. Потенциальные «загрязнители» получают явный материальный стимул для охраны окружающей среды; в ином случае они вынуждены покупать права на загрязнение. Сторонники охраны окружающей среды могут бороться с загрязнением, скупая права и удерживая их в своих руках. Тем самым они уменьшают фактическое

загрязнение по сравнению с нормами, установленными правительством. По мере увеличения спроса на права загрязнения растущие доходы от продажи данного количества прав могут быть использованы для природоохранных мероприятий. В итоге растущие с течением времени цены на права загрязнения будут стимулировать поиск усовершенствования методов контроля и поиск щадящих технологий.

Этот же принцип положен в основу продажи квот чистого воздуха, разработанного и подписанного рядом государств в документе, который мы знаем как Киотский протокол [2].

При рассмотрении проблем экологического бизнеса возникает закономерный вопрос о создании экологического банка регионального значения. Такой банк с юридическими и экономическими полномочиями может представлять целевой региональный фонд охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Этот банк должен стать центром использования финансовых средств предприятий с наибольшей эколого-экономической результативностью. Создание подобного банка можно рассматривать как своеобразный аналог амортизационного фонда окружающей среды.

Вполне логически оправданным является вопрос об экономической и экологической ренте как о немаловажной разновидности дохода экологического банка. Существуют различные подходы к определению, объяснению и выводам относительно доходов, получаемых от использования окружающей среды и земли. Экономисты используют термин «рента» в узком значении – это цена, уплачиваемая за использование земли и других природных ресурсов, количество которых (их запасы) строго ограничены. Именно уникальные условия предложения земли и других природных ресурсов – их фиксированное количество и отличает рентные платежи. Но экологическому условию жизнедеятельности в любом обществе свойственны три направления: качество естественной природной среды; уровень загрязнения среды обитания; ее благоустройство. Раз существует подобная дифференциация, то существует естественная предпосылка экологической ренты.

При прочих равных обстоятельствах люди, проживающие в лучших экологических условиях, имеют более высокий уровень жизни при тех же потребительских расходах. Поэтому практической формой изъятия экологической ренты должен стать комплекс платежей. Пользователями экологических ресурсов должны являться предприятия, организации, отдельные граждане, вносящие в муниципальный региональный экологический банк соответствующую плату. То есть государственная собственность на природные ресурсы не исключает рыночных форм реализации.

## Литература

1. Cunningham W.P. Environmental Science / W.P. Cunningham, M.A.Cunningham, B. Saigo. USA, 2005. – 600 p.
2. Материалы 14-й Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Познань, 2008. – 455 с.

### Л.М. Жукова

Георгиевский технологический институт (филиал) СевКавГТУ

#### **«ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОДУКТ»: АТРИБУТЫ КАЧЕСТВА**

Известными национальными премиями качества являются: премия Деминга, национальная премия качества Малколма Болдриджа, Европейская премия качества, Японская премия качества. В России престижной является награда «Всероссийская марка. Знак качества XXI века». В основе выбора лежат показатели улучшения качества продуктов и услуг, повышение производительности, снижения издержек, увеличения продаж, роста прибыли. В меньшей степени оценивается экологическая полезность продукта. Под экологичностью понимают совокупную характеристику продукции, максимально свидетельствующую ее безвредности для окружающей среды и здоровья человека на всех стадиях жизненного цикла. В декабре 2007 года была введена новая номинация в программе «Всероссийская марка (III тысячелетие). Знак качества XXI века» – «Экологически безопасный продукт».

Экологически чистыми считаются продукты, произведенные в чистых районах без применения химических и минеральных удобрений и без вмешательства генетиков. В России понятие «экологический продукт» до сих пор не закреплено законом, отсутствуют методики сертификации. Не существует также и единых критериев оценки экологичности, что позволяет многим производителям манипулировать потребителями.

Определить критерии экологичности возможно на основе широких маркетинговых исследований, позволяющих установить атрибуты качества для каждой конкретной группы товаров в зависимости от степени их воздействия на окружающую среду. На каждом этапе жизненного цикла продукции для этого необходимы изучение уровня использования природных ресурсов, загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы, ущерба для лесов, полей, воды, а также исследование эстетических, осязательных и обонятельных параметров.

По мнению автора, легитимными критериями оценки могут быть:

- коэффициент соответствия фактического выброса вещества (Qв) предприятия установленным нормативам ПДВ ( $K_v = Q_v / \text{ПДВ}$ );

- коэффициент соответствия сброса вещества ( $Q_c$ ) предприятия установленным нормативам ПДС ( $K_c=Q_c/\text{ПДС}$ );
- уровень соответствия образования отходов ( $Q_o$ ) предприятия установленным лимитам ( $Q_{ол}$ )  $K_o=Q_o/Q_{ол}$ ;
- уровень шумового воздействия и др.
- коэффициент повторного использования воды (не менее 75 % для промышленных предприятий)».

**Н.Н. Крупина, Н.С. Чегринцева, Д.С. Попандоуло**

Георгиевский технологический институт (филиал) СевКавГТУ

### **ИЕРАРХИЯ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ СОЦИАЛИЗАЦИИ БИЗНЕСА**

Разработан проект международного стандарта ISO/WD 26000 «Руководство по социальной ответственности» (Guidance on Social Responsibility). Актуальность проблемы для России определяется высокой ролью крупных корпораций в росте экономики страны и тенденцией государственно-частного партнерства, предполагающей активное участие частного капитала в решение социальных задач. Для понимания направлений социализации экономики и определения роли экологически значимых социальных продуктов авторы предлагают ранжировать решаемые задачи по трем уровням с учетом значимости результата и масштабов его проявления (таблица).

Частные (внутриорганизационные) задачи связаны с развитием трудового потенциала и социальной инфраструктуры корпорации (предприятия). Это обучение персонала, внедрение лучших ресурсосберегающих технологий; организация текущей природоохранной деятельности; уровень мотивации к решению задач природоохранной деятельности, равно как и уровень внешнего понуждения, не самый высокий в сравнении с развитием трудовых отношений, так как результаты и эффекты экологических инвестиций отсрочены во времени и имеют трансграничный характер. В условиях кризиса корпорации сокращают социальные и экологические затраты в первую очередь.

Национальные (государственные) задачи. Социальная ответственность бизнеса состоит в ориентации на соучастие в развитии инженерно-технической, транспортной, социальной, жилищно-коммунальной инфраструктуры конкретной территории, в реализации государственных федеральных и региональных программ и проектов социально-экономического и экологического развития. Эти инвестиции также способны вызывать позитивные мультипликативные эффекты, включая и поступательное экологическое улучшение.

Иерархия задач социализации бизнеса с учетом интересов его субъектов

Субъекты	Декларируемые задачи	Потребности (интересы)
<b><i>ЧАСТНЫЕ ЗАДАЧИ</i></b>		
Собственник Трудовой коллектив Менеджеры Профсоюзы Государство	Охрана и безопасность, улучшение санитарно-гигиенических условий труда	Высокое качество и производительность труда Воспроизводство трудового потенциала
	Мотивирующая оплата труда; организация карьеры; участие в собственности (прибыли)	Обеспечение непрерывной эффективной деятельности
	Обучение; подготовка и повышение квалификации; профконсультирование	Потребность в самовыражении Материальные стимулы
Работники Профсоюзы Государство	Охрана здоровья, медицинское обслуживание и страхование; санаторно-курортное оздоровление и обеспечение	Качество трудового капитала, его рост и воспроизводство
Работники Государство Профсоюзы	Строительство жилья; обеспечение жильем; соучастие в оплате найма или аренды	Обеспечение стабильности и мотивации персонала
Работники	Помощь семье, детям; организация отдыха и досуга	Стабильность кадров
Работники Собственники Потребители	Формирование корпоративной культуры, бренда; развитие связей с общественностью	Рост активов и повышение конкурентоспособности Качество продукта и жизни
Работники Профсоюзы Государство	Социальные гарантии работникам (пенсионное обеспечение, трудоустройство, страхование жизни и здоровья)	Потребность в долгосрочной цивилизованной и одобряемой деятельности. Сохранение и защита организации
Работники	Материальная помощь молодым и малоимущим работникам	Потребность в сострадании и соучастии. Благотворительность
Деловые партнеры	Формирование гармоничных и цивилизованных отношений с деловыми партнерами	Потребность в расширении деловой активности и сферы влияния ; управление рисками
Государство Общество Потребители	Установление более высоких стандартов бизнес-деятельности	Потребность в поддержании конкурентоспособности и экономическом росте
<b><i>НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ</i></b>		
Потребители Инвесторы Кредиторы	Соблюдение всех норм законодательства, прав человека и устранение все форм дискриминации	Потребность в усилении и расширении сферы влияния и деловой активности. Минимизация рисков бизнеса
Местное сообщество Государство Профсоюзы	Создание и сохранение рабочих мест. Поддержание занятости в регионе; формирование регионального рынка труда	Обеспечение производства высококвалифицированными кадрами; создание благоприятной среды бизнес-деятельности. Развитие партнерства

Государство Местное сообщество Деловые партнеры	Участие в развитии региональной инфраструктуры (дорожно-транспортной, культурно-образовательной, жилищно-коммунальной и т.п.)	Потребность в социальном партнерстве и гармонизации общественных отношений. Внешнее поуждение
Деловые партнеры Конкуренты Государство	Отказ от практики получения преимуществ перед конкурентами за счет лоббирования своих интересов	Потребность в безопасности и стабильности. Защита своих деловых интересов
Партнеры Государство Общество	Четкое информирование о рисках, связанных с деятельностью организации	Потребность в безопасности и стабильности. Управление рисками
Государство Общество Профсоюзы	Поддержка прогрессивной государственной политики и национальных проектов	Внешнее поуждение и потребность в социальном партнерстве
	Поддержка искусства, спорта, культуры и образования	Благотворительность и филантропия как потребность
Местное сообщество	Участие в региональных программах и поддержка местного сообщества	Внешнее поуждение и потребность в социальном партнерстве
Государство Население	Поддержка материнства и детства, иалообеспеченных слоев населения, пенсионеров (демографические проекты)	Благотворительность и филантропия как потребность. Достижение общественного признания (рост статуса, имиджа)
<b>ГЛОБАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ</b>		
Государство Экологические движения Население	Защита и охрана окружающей среды. Ресурсосбережение. Устойчивое развитие как цель	Потребность гармоничного и безопасного развития. Внешнее поуждение
Государство Население	Экономический рост и повышение качества жизни	Цивилизованное развитие
Деловые партнеры Конкуренты	Соблюдение общепринятых этических норм ведения бизнеса и коммуникаций	Учет процессов информатизации, интеграции и глобализации бизнесдеятельности
Население Государство Международные организации	Помощь при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях	Потребность в соучастии, сочувствии, сопричастности. Благотворительность
Потребители Государство Население Общество Экологические организации	Соблюдение международных соглашений и договоров. Внедрение стандартов ИСО-9000 и ИСО -14000	Потребность в повышении и поддержании конкурентоспособности. Выход на мировые рынки. Расширение сферы присутствия

Глобальные задачи. Только крупные транснациональные корпорации могут позволить себе финансирование масштабных, социально значимых экологических, культурно-образовательных, благотворительных проектов. Но и конкретная текущая социально ориентированная деятельность малых, средних и крупных предприятий способствует снижению остроты многих

глобальных проблем. Это процессы ресурсосбережения, рециклирования, вторичной переработки отходов, снижение энергоемкости продукции, оборотного водопользования и прочее).

**Ю.А. Манаков, А.Н. Куприянов**

Институт экологии СО РАН, г. Кемерово

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КУЗБАССЕ**

Рост добычи угля в Кузбассе будет увеличиваться и достигнет к 2020 году 230 млн. т. После добычи 1 млн.т. угля нарушается в среднем 26-30 га земли. В настоящее время площадь нарушенных земель составляет, по оценке экспертов 91.7 тыс. га. К 2010 году их будет на 23 тыс. га больше. Основная экологическая проблема – увеличение добычи угля и, как следствие – ухудшение среды обитания человека. Противопоставить объективному процессу разрушения естественных экосистем и улучшения качества жизни возможно только путем совершенствования работ по рекультивации нарушенных земель, качественного улучшения среды обитания человека в антропогенно измененной среде.

В настоящее время рыночная цена угля составляет 1080 рублей (30 USD) за 1 тонну. Рекультивация 1 га нарушенных земель (по ОАО «УК «Кузбассразрезуголь») составляет 270 тыс. рублей (около 10 тыс. USD). Это в 4 раза меньше, чем в США. Российское законодательство неэффективно решает вопросы оптимизации среды обитания в шахтерских регионах. Во многом это предопределено отсутствием средств на проведение рекультивационных работ. Реальным выходом из сложившейся ситуации является изменение структуры финансирования работ по рекультивации нарушенных земель.

Для этого необходимо создание закона «О рекультивации нарушенных земель», «О плате за негативное воздействие на окружающую среду», которые бы предусматривали создание Государственного Фонда залоговых платежей (Фонд).

Прямое участие Фонда в управлении работами по рекультивации позволит изменить законодательство, предусматривающее получение лицензии на эксплуатацию месторождения только при условии внесения залогового платежа в Фонд, и установить ставки залоговых взносов за 1 га нарушенных земель на уровне международных. Фонд станет надежным источником для финансирования работ по рекультивации на территории Российской Федерации.



Структура фонда

Финансирование Фонда по этой схеме позволит решить проблемы рекультивации нарушенных земель на качественно новом уровне, поскольку горнодобывающие предприятия будут освобождены от необходимости самостоятельно восстанавливать и выводить из своих земельных отводов рекультивированные земли. Кроме того, в задачи фонда будут входить обязательства восстановления земель, нарушенных ранее, ещё в советский период, без привлечения дополнительных средств. Так появится реальный посредник между горнодобывающими предприятиями и организациями-преемниками восстановленных земель.

Согласно предлагаемой схеме, средства для взноса в Фонд будут выдаваться горнодобывающим предприятиям банком, получившим право на обслуживать этот проект на конкурсной основе. Выданные предприятиям кредиты Фонд будет размещать в обслуживающем проект банке в форме депозита. Это позволит банку использовать полученные средства на протяжении от 4-5 лет (время введения плана рекультивации территории в действие) до 25 лет (средний срок существования горнодобывающего предприятия). Рекультивационные работы получат стабильное и достаточное финансирование не только для вновь нарушаемых земель, но и площадей, нарушенных ранее, с последующим выведением их из земельных отводов предприятий и возвращением их в повторный оборот.

Преимущества Государственного Фонда следующие: государственные органы власти будут иметь реальную возможность влиять на процесс и результат деятельности Фонда; горнодобывающие предприятия не будут вкладывать собственные средства в Фонд; не будут нести ответственность за качество, объем и сдачу нарушенных земель.

Фонд будет проводить учет и классификацию нарушенных земель на всей территории; участвовать в экспертизах проектов по рекультивации участков нарушенных земель, обеспечивать финансирование работ по рекультивации, осуществлять контроль за выполнением работ в соответствии с проектом; заниматься передачей восстановленных земель новым землепользователям.

На первом этапе, до принятия необходимых законов РФ возможно создание некоммерческой организации «Фонд рекультивации нарушенных земель», в который бы входили средства угольных компаний, запланированные для рекультивационных работ на добровольной основе. В Кемеровской области такой фонд создан в 2008 году при участии основных угольных компаний и администрации области.



Некоммерческий фонд позволит начать работы по рекультивации в условиях существующей законодательной базы Российской Федерации. Работа Фонда поможет отработать технологические схемы в организации и проведении работ по рекультивации.

Мы считаем, что только концентрация средств в единой организации и правильное их распределение по наиболее значимым для населения территориям позволят не только сократить количество нарушенных земель в Кузбассе, но и улучшить качество жизни населения.

## **ПАБЛИК РИЛЕЙШНЗ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Паблик рилейшн – это особая функция современного управления, направленная на создание и поддержание доброжелательных отношений и взаимопонимания между товаропроизводителем и общественностью. Современная рыночная экономика принуждает российские предприятия в целях повышения конкурентоспособности задумываться не только о качестве производимого товара, но и об экологичности производственно-хозяйственной деятельности в целом. По этой причине в организациях создаются специализированные службы экологического мониторинга, менеджмента и аудита. Ещё несколько лет назад такая усиленная природоохранная деятельность рассматривалась как высокочрезвычайная и невыгодная, и лишь в последнее время руководители предприятий стали осознавать ценность экологической успешности предприятия как источник инвестиций и доверия потребителей. Создание прозрачной для окружающих системы экологического информирования выступает дополнительным конкурентным преимуществом. Принцип экологической открытости предприятия предусмотрен законодательством России (Конституция РФ; ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Проблема заключается, с одной стороны, в отсутствии грамотных специалистов, способных не только оценить экологическую успешность предприятия и правильно направить информацию обществу. С другой стороны, в отсутствии отечественного опыта и неразработанности методологических и методических вопросов в этой сфере. Автор вносит личный вклад в решение этого вопроса и предлагает определение функций экологической составляющей PR, а именно:

- информационная: сообщения должны охватывать историю предприятия, эволюцию и динамику развития производственной деятельности,
- престижная: определяет необходимость показывать высокий уровень экологичности производства, соблюдение мировых требований по экологической сертификации и экспертизе;
- барьерная: призвана создавать затруднения конкурентам в рекламе и проникновении их на рынок их товаров;
- предрекламная: создаёт у покупателей образы, ассоциации, облегчающие восприятие товарной рекламы;
- напоминающая: периодическое повторное извещение общественности о необходимости защиты окружающей среды, проведение

деятельности, направленной на её восстановление, объединение усилий государства, бизнеса и общества.

**К.В. Рязанцев, Г.Н. Чернятина, А.А. Чудаков**

Воронежский институт Государственной противопожарной службы  
МЧС России

### **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассмотрена экономическая эффективность природопользования агроландшафтов, которая рассчитывается следующим образом:

$$\Sigma \Delta Z_i / \Sigma \Delta D_i = \Theta 100\%,$$

где  $\Delta Z_i$  – дополнительные финансовые затраты, связанные с внесением удобрений, проведения мелиоративных работ и т.д.;  $\Delta D_i$  – дополнительный финансовый доход, связанный с прибавкой урожая за счет проведения мелиоративных работ и внесения удобрения;  $\Theta$  – экономический эффект от проведения мелиоративных работ и внесения удобрения, выраженный в процентах.

Исследования, проведенные авторами на основе анализа статистических данных, представляемых сельскохозяйственными организациями, в среднем по Воронежской области показали, что экономический эффект от проведения мелиоративных работ и внесения удобрения составил около 150%.

Отметим, что в условиях интенсивного ведения хозяйства часто возникают негативные проявления в функционировании природных объектов. В большой степени это касается сельскохозяйственных земель. В этой связи задачи по осуществлению управления и контроля за качеством земель приобретают исключительно важное значение.

Таким образом, вышеизложенные обстоятельства показывают необходимость проведения агроэкологических мероприятий в целях рационального использования агроландшафтов в хозяйстве и научном обосновании проведения природоохранных мероприятий.

Научнообоснованное ведение сельского хозяйства следует базировать на мониторинговых исследованиях.

В работе представлена модель структуры агроэкологического мониторинга склоновых земель. Она включает пять основных блоков.

Управление природными (в том числе земельными) ресурсами можно осуществлять только на основе знания механизма их формирования и режима функционирования.

**И.В. Якунина, Н.П. Беляева**

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОЦЕНКИ  
ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

В настоящее время одной из наиболее актуальных для общества проблем является проблема деградации состояния окружающей среды и природных ресурсов. Продолжается загрязнение окружающей среды, несмотря на принятие ряда мер по ее охране. В экономически сложной ситуации предприятия и регионы стараются экономить на природоохранных мероприятиях, поэтому спад производства и остановка большого количества предприятий не приводят к уменьшению загрязнения окружающей среды.

Большой вклад в решение проблемы охраны окружающей среды вносит экологический мониторинг. Следует подчеркнуть, что мониторинг необходимо рассматривать как систему, которая включает следующие основные направления [1]: 1) наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую среду, и за состоянием среды; 2) оценка фактического состояния окружающей среды; 3) прогноз состояния окружающей среды и оценка этого состояния. Оценить фактическое состояние окружающей среды порой бывает очень сложно, что связано с трудностями в получении достоверных сведений. Технологии экологического мониторинга различны. Существенный вклад могут внести эколого-экономические расчеты.

Авторами данной статьи была предпринята попытка оценить состояние окружающей среды в Тамбовской области с экономической точки зрения, для чего был рассчитан предотвращенный эколого-экономический ущерб окружающей среде.

Для расчета предотвращенного эколого-экономического ущерба окружающей среде была использована Методика [2], которая предназначена для получения укрупненной эколого-экономической оценки ущерба, предотвращаемого в результате осуществления государственного

экологического контроля, реализации экологических программ и природоохранных мероприятий, осуществления государственной экологической экспертизы, лицензирования природоохранной деятельности, мероприятий по сохранению заповедных природоохранных комплексов и других видов деятельности.

Учитывая специфику эколого-ресурсных компонентов окружающей среды Тамбовской области и направлений природоохранной деятельности, оценка предотвращенного ущерба, согласно Методике, осуществлялась по следующим видам природных ресурсов: атмосферный воздух, водные ресурсы, почвы и земельные ресурсы, биологические ресурсы (растительный и животный мир).

Предотвращенный эколого-экономический ущерб окружающей среде целесообразно рассчитывать за год.

Исходные данные для расчета были приняты по материалам государственной статистической отчетности (формы 2-ТП «Воздух» и 2-ТП «Отходы»), Отдела водных ресурсов по Тамбовской области Донского бассейнового водного управления и Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Тамбовской области. Оценка величины предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха производилась в соответствии с рекомендациями Методики.

Для Тамбовской области в 2007 г. величина предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных источников составила 129,42 тыс. руб. Также в соответствии с указаниями Методики был проведен расчет величин предотвращенного эколого-экономического ущерба от сброса загрязняющих веществ в водные объекты Тамбовской области и от снижения загрязнения отходами производства и потребления, которые составили 8492,54 тыс. руб и 202399,08 тыс. руб соответственно. Величина предотвращенного эколого-экономического ущерба биоресурсам в Тамбовской области в 2007 г. оказалась равной 333859,40 тыс. руб.

Общая величина предотвращенного эколого-экономического ущерба, расчет которой проводился с учетом корректировочного коэффициента, учитывающего экологическое состояние территории, потери экологического качества окружающей среды в результате хозяйственной деятельности (для территории Тамбовской области равен 2,5), составила 1362,20 млн. руб.

Полученные результаты могут быть использованы территориальными органами управления охраной окружающей среды и природопользования при разработке прогнозов социально-эколого-экономического развития Тамбовской области, при оценке результатов деятельности территориальных органов системы Министерства природных ресурсов РФ, при разработке и согласовании региональных целевых

программ и мероприятий, направленных на снижение (предотвращение) негативных последствий хозяйственной деятельности для окружающей среды, что в конечном итоге может повлиять на ситуацию с охраной окружающей среды в регионе.

### Литература

- 1 Экологический мониторинг окружающей среды: в 2 т. Т. 1 / Ю.А. Комиссаров [и др.]. – М.: Химия, 2005. – 365 с.
- 2 Методика определения предотвращенного экологического ущерба: утверждена Госкомэкологии Российской Федерации 30 ноября 1999 г.

## Секция 4 Экологический контроль производственной среды

Т.А. Адамович<sup>1</sup>, С.Г. Скугорева<sup>2</sup>, Т.Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров

<sup>2</sup>Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН,  
г. Киров

### РАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Крупнейшим источником потенциальной радиационной опасности на территории Кировской области является Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК). С 1949 по 1978 гг. на комбинате перерабатывалось урановое сырье, содержавшее примеси <sup>239</sup>Pu и продуктов деления урана (<sup>90</sup>Sr, <sup>95</sup>Zr, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce). Сточные воды производства с содержанием урана до 1957 г. сбрасывались в заболоченную пойму р. Елховки. С 1957 г. сточные воды после обработки по пульпопроводу подавались в шламонакопитель, из которого поступали в р. Елховку. Окончательное складирование отходов производства осуществляется на полигоне хранения и захоронения. В настоящее время на промплощадке комбината размещается 8 хранилищ радиоактивных отходов (РАО). В них размещено 437 тыс. т радиоактивных и свыше 1 млн. 200 тыс. т токсичных отходов [1].

Хранилища отходов производства расположены в 1,5 км от селитебной зоны г. Кирово-Чепецка, в зоне санитарной охраны водозабора областного центра. При экстремальных ситуациях не исключена возможность прорыва хранилищ отходов с залповым выбросом отходов в р. Вятку, что может привести к нарушению жизнеобеспечения областного центра.

Целью работы была оценка радиационной обстановки на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината.

Для оценки состояния природного комплекса на территории вблизи КЧХК проводили измерения мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения (МЭД) дозиметром ДКГ-02У «Арбитр». Измерение удельной активности <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th, <sup>226</sup>Ra, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr в пробах проводили на сцинтилляционном спектрометре «Прогресс-2000» № 0334 Б-Г; уран определяли радиохимическим методом [2].

Результаты измерения показали, что значения мощности эквивалентной дозы (МЭД) на территории фоновых участков Кировской области невелики – средняя мощность дозы составляет 0.08 мкЗв/ч. На территории, прилегающей к Кирово-Чепецкому химическому комбинату,

были обнаружены участки с повышенной мощностью эквивалентной дозы, что свидетельствует о некотором радиоактивном загрязнении.

Практически все измеренные величины на прибрежной части р. Елховки МЭД превышают фоновые значения на территории Кировской области и варьируют в пределах от 0,17 до 0,33 мкЗв/ч. Повышенное значение МЭД – 0,44 мкЗв/ч – найдено на участке, находящимся в 2 м от уреза воды оз. Просное. Таким образом, мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на локальных участках исследуемой территории в 3-5 раз превышает средние значения МЭД для Кировской области.

При радиационно-гигиеническом обследовании территории было проведено измерение содержания естественных и искусственных радионуклидов в смешанных образцах почв, отобранных на участках вблизи оз. Березовое и р. Елховки. Изученные образцы почв имеют низкие значения удельных активностей естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , содержание которых меньше фоновых значений в 6–20 раз. Содержание  $^{238}\text{U}$  и средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в образце, отобранном возле р. Елховки, превышает кларки изотопов в почве в 1,3 и в 1,7 раза соответственно.

Донные отложения являются активным природным аккумулятором вредных техногенных соединений. На территории, прилегающей к химическому комбинату, на спектрометрический и радиохимический анализы были отобраны донные отложения из р. Елховки, из озер Березовое и Просное. Результаты анализа загрязнения донных отложений из оз. Просное и р. Елховки показали превышение содержания  $^{238}\text{U}$  в 2,7 и в 1,6 раз соответственно. Кроме того, в донных отложениях р. Елховки средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  превышена в 2,7 раза.

Таким образом, с помощью радиометрических исследований территории выявлено, что мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения на прибрежной части р. Елховки от карьера ЗМУ до оз. Просное превышает в 2–4 раза фоновые значения для Кировской области. В пробах почвы и донных отложений на участке р. Елховка содержание  $^{238}\text{U}$  и средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  была в 1,5–2,7 раза выше нормы. Повышенное значение  $\gamma$ -излучения найдено на участке вблизи оз. Просное. На этом же участке в донных отложениях обнаружено превышение содержания  $^{238}\text{U}$  в 2,7 раза.

## Литература

1. Загрязнение природных сред вблизи системы водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината / Г.В. Дружинин, А.П. Лемешко, В.В. Синько, Т.А. Ворожцова, В.А. Нечаев // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Сб. матер. 9-й науч.-практ. конф. Кирово-Чепецк, 2006. С. 125 – 127.

2. Титаева Н.А. Ядерная геохимия / Н.А. Титаева. М.: Изд-во МГУ, 1992. 272 с.

Н.С. Акимова, Ж.С. Шкляева, Е.В. Короткова, Т.И. Губина

Саратовский государственный технический университет

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ АКРИДОН-2-СУЛЬФОКИСЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ ТЕСТ-ОРГАНИЗМОВ

Фитопатогенные микроорганизмы представляют большую опасность для культурных растений и могут наносить ущерб сельскому хозяйству. В связи с этим актуальным является поиск эффективных препаратов для защиты растений. Кроме бактерицидного действия, эти препараты должны быть безопасными для самих растений и других живых организмов. Известно, что на основе акридона существуют антибактериальные, антигрибковые, противоопухолевые и другие препараты. Представляет интерес изучение биологически активного соединения акридон-2-сульфо кислоты (АСК). Ранее нами установлено, что она проявляет выраженное бактерицидное действие относительно фитопатогенных бактерий *Xanthomonas campestris* В-610, *Pseudomonas syringae* В-1546, *Erwinia carotovora subsp. atrollis* 603, которое проявляется в диапазоне концентраций АСК от 100 до 0,25мкг/мкл.

Изучено влияние АСК на скорость прорастания семян однодольных и двудольных растений. Показано, что АСК в диапазоне концентраций  $8 \cdot 10^{-2}$ ,  $8 \cdot 10^{-3}$ ,  $8 \cdot 10^{-4}$ ,  $8 \cdot 10^{-5}$ ,  $8 \cdot 10^{-6}$  мг/мл оказывает выраженное ростостимулирующее действие на семена пшеницы, овса, ржи, кабачков и гороха.

Целью нашей работы является определение степени токсичности АСК на различные тест-организмы.

В качестве тест-организмов использовали инфузорий *Stilonichia mytilus* и белых беспородных крыс.

В первой части наших исследований проводили токсикологические исследования различных концентраций АСК с использованием инфузорий *Stilonichia mytilus*.

Определялось воздействие следующих концентраций АСК ( $8 \cdot 10^{-2}$ ,  $8 \cdot 10^{-3}$ ,  $8 \cdot 10^{-4}$ ,  $8 \cdot 10^{-5}$ ,  $8 \cdot 10^{-6}$  мг/мл) на численность инфузорий [1]. Степень токсичности исследуемого вещества определяется через 1 час по проценту выживания инфузорий от их численности при посадке с помощью микроскопа бинокулярного стереоскопического.

Согласно данным [1], исследуемые концентрационные растворы не являются токсичными в отношении простейших, кроме концентрации АСК ( $8 \cdot 10^{-2}$  мг/мл), которую оценили как среднетоксичную.

Полученные результаты, представлены на диаграмме.



Далее нами проведен эксперимент по определению острой токсичности акридонсульфокислоты (АСК) согласно методике [2]. В эксперименте были использованы белые беспородные крысы-самцы массой 280-300г. Были сформированы 3 группы – две опытных и контрольная (1, 2 и К группы). АСК растворяли в 8 мл воды. Растворы вводили перорально. 1 группа получила максимальную дозу АСК – 1233мг/кг, 2 группа – 617мг/кг и К группа – 8 мл стерильной воды.

По истечении суток наблюдения за поведением крыс было установлено, что во 2 и К группах поведенческие характеристики животных, их потребность в еде и питье не изменились. В 1 группе животные лежали на брюхе с закрытыми глазами. Через 10 часов с момента введения, животные стали проявлять интерес к еде и питью. Спустя 20 часов после начала эксперимента крысы возвращались к обычному образу жизни. Спустя 24 часа с момента введения вещества поведение животных в 1 и 2 группах не отличалось от контрольной.

Следующий этап исследования заключался в определении морфологических и гистологических изменений внутренних органов всех, взятых в эксперимент животных.

После вскрытия были установлены следующие изменения:

- 1 группа – все внутренние органы с кровоподтеками, вены вздутые, стенки толстого кишечника тонкие, сильно увеличена печень;
- 2 группа – увеличенная печень, кровоподтеки не наблюдаются;
- К группа – внутренние органы относительно в норме.

Гистологические исследования желудка, печени и селезенки показали:

1 группа – в печени наблюдаются отек и кровоизлияния; в селезенке отмечены отечные явления, стенки центральных вен утолщены; в желудке наблюдаются кровоизлияния.

2 группа – в печени наблюдаются очаговая зернистая дистрофия, отек паренхимы и кровоизлияния; отеки в селезенке; в желудке отмечены изменения, позволяющие говорить об отеке слизистой оболочки и гиперфункции желез.

К группа – в печени, селезенке и желудке существенных изменений не наблюдается.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что АСК оказывает среднетоксичное действие на инфузории в концентрации  $8 \cdot 10^{-2}$  мг/мл. Максимально возможная доза растворенного вещества не является летальной. Однако при морфологических и гистологических исследованиях наблюдаются гиперфункция органов и сосудорасширяющий эффект. Дозы, которые оказывают токсическое действие на грызунов, при использовании вещества для защиты растений не применяются. Проведенные эксперименты подтверждают перспективность дальнейших исследований АСК с целью создания препарата для защиты растений.

## Литература

1. Виноходов Д.О. Токсикологические исследования кормов с использованием инфузорий / Д.О. Виноходов – СПб.: Ломоносовская типография, 1995. – 80 с.

2. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев – М.: Медицина, 2005. – 832 с.

## А.Ю. Александров

Волгоградский государственный технический университет

### **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОДЕСТРУКЦИИ НЕФТИ В ПОЧВЕ МЕТОДОМ МОЛЯРНОСТИ ЭТАНОЛОВЫХ КАПЕЛЬ**

При нефтяном загрязнении педосферы одним из наиболее перспективных и экологичных методов очистки является биологический. Он основан на использовании специальных углеводородокисляющих микроорганизмов, которые могут разлагать нефть до безопасных минеральных соединений. Одной из проблем применения технологии биоремедиации почвы является определение степени биодеструкции нефти

и, таким образом, оценка эффективности того или иного микроорганизма. Обычно анализ содержания нефти проводится методами инфракрасной спектрофотометрии и хроматомасс-спектрометрии. Для них требуется довольно дорогое и громоздкое оборудование, которое невозможно использовать в полевых условиях или в небольших лабораториях, не обладающих необходимыми приборами.

В этом случае нужен другой, более простой метод, но обладающий достаточной точностью и чувствительностью. Одним из таких методов может быть molarity of ethanol droplet (MED) метод или метод молярности этаноловых капель [1].

Этот метод применяется для изучения гидрофобных свойств почвы [2]. Наличие в почве нефти повышает её гидрофобные свойства, и поэтому этот метод используется для определения общего содержания углеводов нефти в почве [3]. Он основан на зависимости впитываемости в почву капель этанола различной молярности от концентрации углеводов нефти в ней.

Данный метод был использован для оценки степени биодegradации нефти в почве под влиянием углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), а именно двух штаммов из коллекции ВолгГТУ – *Pseudomonas* sp. ТУ10 и *Bacillus* sp. ТУ22.

Для экспериментов были взяты образцы почвы в Центральном районе города Волгограда. Почву сушили при комнатной температуре, просеивали через сито с площадью отверстий 1,2 см<sup>2</sup>. После этого по 20 г помещали в чашки Петри и закрывали крышкой. Почву стерилизовали в сухожаровом шкафу при 165-170°C в течение 2 часов.

Для проведения эксперимента необходимо было установить зависимость молярности этаноловых капель, впитывающихся в почву, от общего содержания углеводов нефти в почве. Для этого в чашки Петри с почвой вносили нефть в различной концентрации: 5 мг/г, 10 мг/г, 15 мг/г, 20 мг/г, 25 мг/г. После внесения нефти чашки Петри закрывали и оставляли при комнатной температуре в течение 72 часов. Затем на поверхность почвы в чашках наносили капли этилового спирта различной молярности. В лупу с 8-кратным увеличением наблюдали за скоростью впитывания капли в почву в течение 10 секунд. На основании полученных данных был построен калибровочный график (рис.1).

Следующим этапом стало непосредственное определение степени биодеструкции нефти штаммами *Pseudomonas* sp. ТУ10 и *Bacillus* sp. ТУ22. Для этого по 20 г почвы вносили в 10 чашек Петри и стерилизовали при 165-170°C в течение 2 часов. Затем в чашки с почвой вносили нефть в концентрациях 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% от массы почвы. Вслед за этим делали высев штаммов УОМ в чашки с нефтью. Чашки засеивались из расчёта 10<sup>8</sup> кл/г почвы. В одну половину чашек помещали *Bacillus* sp.

ТУ22, а в другую – *Pseudomonas* sp. ТУ10. Затем чашки с открытыми крышками помещали в термостат при температуре 30°C.

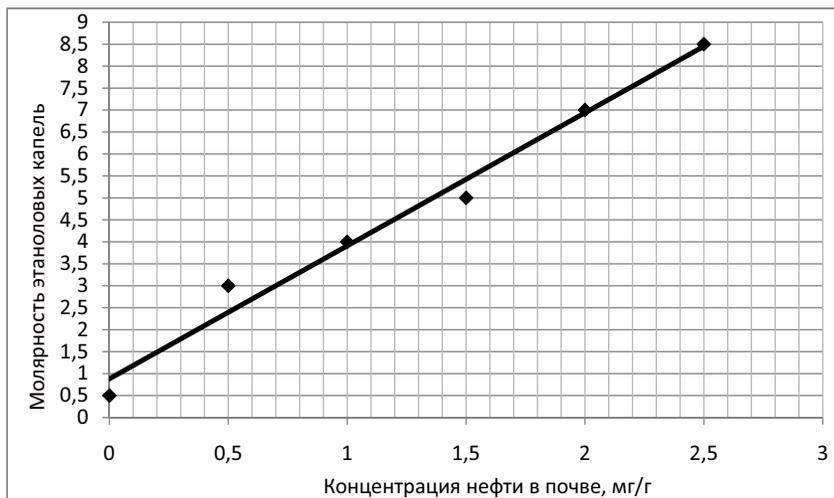


Рис.1. Калибровочный график зависимости молярности этаноловых капель от концентрации нефти в почве.

Контроль за степенью разложения нефти проводили через 3,5,7,9,12,14,28,35, 42, 49, 56,63 и 70 суток после начала эксперимента. Для этого на поверхность почвы наносили этаноловые капли различной молярности и смотрели через 8-кратную лупу за их проникновением в почву в течение 10 секунд. По калибровочному графику находили содержание нефти в почве.

Были получены данные, что биодеструкция наблюдалась при концентрациях нефти меньше 15 мг/г. При концентрациях выше 15 мг/г (20 и 25 мг/г) данных по деградации нефти не удалось получить. Возможно, это связано с тем, что при столь высоких концентрациях микроорганизмы не способны окислять углеводороды нефти интенсивно и данный метод не может фиксировать незначительные изменения концентрации нефти в почве. На это указывает и тот факт, что с ростом количества нефти в почве степень биодеструкции падала. При концентрации нефти 15 мг/г оба штамма показали небольшой процент деградации углеводов.

При концентрации нефти в почве 5 мг/г и 10 мг/г получены

следующие результаты: в течение первых 14 дней после начала эксперимента активной биодеструкции, регистрируемой методом этаноловых капель, не наблюдалось. В некоторых случаях прослеживалось даже небольшое увеличение концентрации углеводородов нефти в почве. По всей вероятности, это связано с адаптацией микроорганизмов. Затем происходило сокращение общего содержания углеводородов нефти в почве. Ниже на диаграммах (рис.2) представлены результаты эксперимента по оценке биодеструкции нефти методом молярности этаноловых капель.

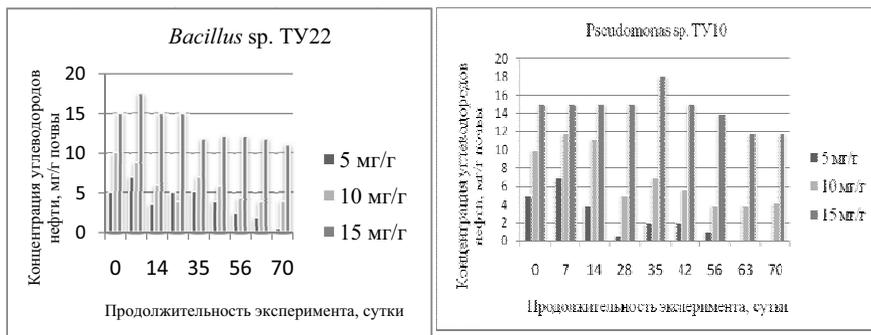


Рис.2. Биодеструкция нефти штаммами *Bacillus sp. TU22* и *Pseudomonas sp. TU10*

К концу эксперимента степень биодеструкции углеводородов нефти при концентрации 5 мг/г составила: для штамма *Pseudomonas sp. TU10* – 100%, а для штамма *Bacillus sp. TU22* – 92%. При концентрации 10 мг/г эти показатели составили для представителей псевдомонад – 58%, а для представителей бацилл – 61%, и при концентрации 15 мг соответственно 21% и 27%.

Таким образом, метод молярности этаноловых капель оказался пригодным для определения степени биодеструкции нефти в почве.

## Литература

1. King, P.M. Comparison of Methods for Measuring Severity of Water Repellence of Sandy Soils and Assessment of Some Factors that Affect its Measurement / P. M. King // Australian Journal of Soil Research. – 1981. – Vol.19, N.3 – P.275-285.
2. Roy, J. L. Assessing soil water repellency using the molarity of ethanol droplet (MED) test / J.L. Roy, W. B. McGill // Soil science. – 2002. – Vol. 167, N.2 – P. 83-97.
3. Edenborn, H.M. Rapid Estimation of TPH Reduction in Oil-Contaminated Soils Using the MED Method / H.M. Edenborn, V.A. Zenone // Proceedings of the Ninth International In Situ and On Site Bioremediation Symposium / Battelle Press – Columbus, 2007 – P. 178.

## О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА В КОТЛОАГРЕГАТАХ

Древесные отходы широко применяются в качестве топлива в котельных деревоперерабатывающих предприятий, сельских котельных, в печах бытовых теплогенераторов. При установлении нормативов допустимых выбросов и контроле выбросов в атмосферный воздух, а также при формировании годовой госстатотчетности расчет выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) при сжигании топлива в водогрейных и паровых котлах котельных малой и средней мощности производится согласно [1,2], а в других топливосжигающих установках – по [3]. При реализации методики [1] пользователи сталкиваются с проблемой определения выбросов твердых частиц, хотя исходная балансовая формула (1), представленная ниже, одна и та же в обеих методиках.

Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и недогоревшего топлива) рассчитывается по формуле [1,3]:

$$M_{тв} = B \cdot \frac{A}{100 - \alpha_{ун}} \cdot \alpha_{ун} \cdot (1 - \eta) \quad (1)$$

или

$$M_{тв} = 0,01 \cdot B (\alpha_{ун} \cdot A + q_4^{yh} \cdot \frac{Q^H}{32,68}) \cdot (1 - \eta) \quad (2)$$

где В - расход топлива (т/год, Г/с);

$\alpha_{ун}$  – доля золы, уносимой газами из котла;

А – зольность топлива на рабочую массу, %;

$q_4^{yh}$  – потери тепла с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %;

$\eta$  – доля твердых частиц, улавливаемых а золоуловителях;

$Q^H$  – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

В (2) первое слагаемое описывает количество золы, а второе – сажи.

$$M^{зола} = 0,01 \cdot B \cdot \alpha_{ун} \cdot A \cdot (1 - \eta) \quad (3)$$

$$M^{сажа} = 0,01 \cdot B \cdot q_4^{yh} \cdot \frac{Q^H}{32,68} \cdot (1 - \eta) \quad (4)$$

Согласно [1,2], при сжигании древесного топлива  $\alpha_{ун} = 0.1$  для шахтных топок и топок скоростного горения и  $\alpha_{ун} = 0.25$  для слоевых топок бытовых теплогенераторов. Согласно [2]  $q_4^{yh} = 2 = q_4$ .

Характеристики древесного топлива: А = 0.6 %,  $Q^H = 10,22$  МДж/кг.

Согласно [3], при слоевом сжигании дров  $\alpha_{\text{yh}} / (100 - \Gamma_{\text{yh}}) = f = 0,005$ . Тогда суммарное количество твердых частиц составляет:

$$M_{\text{ТВ}} = B \cdot 0,6 \cdot 0,005 = 0,003 \cdot B$$

Количество выбрасываемой сажи составляет по (4):

$$M^c = 0,01 \cdot B \cdot 2 \cdot 10,22 / 32,68 = 0,0063 \cdot B$$

Тогда количество выбрасываемой золы:

$M^3 = M_{\text{ТВ}} - M^c = -0,0033 \cdot B$  – получаем отрицательное значение, чего быть не может из физических соображений. Аналогичны результаты для шахтных топок и топок скоростного горения.

$$f = 0,0019, \alpha_{\text{yh}} = 0,1.$$

$M_{\text{ТВ}} = B \cdot 0,6 \cdot 0,0019 = 0,0011 \cdot B$ ;  $M^c = 0,01 \cdot B \cdot 2 \cdot 10,22 / 32,68 = 0,0063 \cdot B$

$$M^3 = M_{\text{ТВ}} - M^c = -0,0052 \cdot B$$

Суммарное количество твердых частиц, определенное по (2) с установленными в [1] коэффициентами, в 2,6 - 6,2 раза превышает то же значение, полученное по (1). Превышение выбросов сажи составляет до 10 и более раз. Во столько же раз увеличивается плата за выбросы и могут ужесточиться нормативы выбросов. Причина здесь в том, что в [1] не учтены потери тепла со шлаком, а потери тепла, связанные с уносом ( $q_4^{\text{yh}}$ ), приравнены к суммарным потерям от механической неполноты сгорания топлива ( $q_4$ ). Отсюда невыполнение условий материального и теплового баланса. Из анализа значений коэффициентов  $f$  и  $\alpha_{\text{yh}}$  следует, что они пропорциональны при различных способах сжигания топлива. Для соблюдения теплового и массового баланса значение  $q_4^{\text{yh}}$  должно быть скорректировано. Параметрический анализ показывает, что для топок шахтных и скоростного горения  $q_4^{\text{yh}} = 0,16$ . При слоевом сжигании древесного топлива  $q_4^{\text{yh}} = 0,48$ .

Элементарная проверка показывает следующее.

1. Топки шахтные и скоростного горения:

$$M_{\text{ТВ}} = B \cdot 0,6 \cdot 0,0019 = 0,0011 \cdot B$$

$$M^3 = 0,01 \cdot B \cdot 0,1 \cdot 0,6 = 0,0006 \cdot B; M^c = 0,0 \cdot B \cdot 0,16 \cdot 2 \cdot 10,22 / 32,68 = 0,0005 \cdot B$$

$$M_{\text{ТВ}} = M^3 + M^c = 0,0006 \cdot B + 0,0005 \cdot B = 0,0011 \cdot B - \text{баланс соблюден.}$$

2. Слоевые топки:

$$M_{\text{ТВ}} = B \cdot 0,6 \cdot 0,005 = 0,003 \cdot B$$

$$M^3 = 0,01 \cdot B \cdot 0,25 \cdot 0,6 = 0,0015 \cdot B; M^c = 0,01 \cdot B \cdot 0,48 \cdot 2 \cdot 10,22 / 32,68 = 0,0015 \cdot B$$

$$M_{\text{ТВ}} = M^3 + M^c = 0,0015 \cdot B + 0,0015 \cdot B = 0,003 \cdot B - \text{баланс соблюден.}$$

## Литература

1. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКал в час.- М.: НИИ Атмосфера, 1999.- 57 с.

2. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. - СПб.: НИИ Атмосфера, 2005.- 211 с.

3. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/час.- М.:Гидрометеиздат, 1985.- 24 с.

**А.А. Бурмирова, С.Ю. Доронин**

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

### **ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЗОВАННЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ КАТИОННЫХ ПАВ ДЛЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУРФУРОЛА В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Экологический контроль объектов окружающей среды на содержание фурфурола обусловлен его широким применением в промышленности: очистка нефти и растительных масел от углеводов (экстрагент); экстракция диенов в производстве синтетической резины (растворитель); получение твердых смол в производстве стекловолкна, деталей самолетов и автомобильных тормозов; получение фурана, фурфурилового спирта, тетрагидрофурана, фунгицидов, лекарственных препаратов (например, фурацилин) и т.д. [1-3].

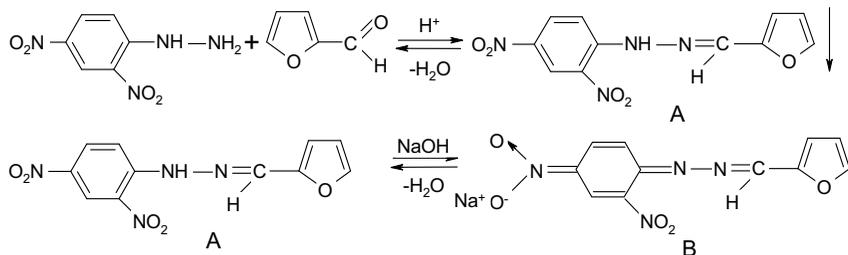
Однако фурфурол является нервным ядом, оказывающим раздражающее действие на организм человека и животных (ЛД<sub>50</sub> 126 мг/кг, ПДК: 0,05 мг/м<sup>3</sup> – в атмосферном воздухе, 1 мг/л – в воде водоемов) [1].

Высокая токсичность фурфурола требует прецизионных методов его идентификации и количественного определения не только на микрограммовом уровне в различных промышленных, технологических объектах и объектах окружающей среды, но и на уровне долей ПДК в пищевых объектах, например в алкогольных напитках [4-6].

Наиболее распространенные хроматографический (ВЭЖХ, ГХ) и полярографический методы определения фурфурола являются дорогостоящими, малодоступными и трудоемкими. Вторым по распространенности является фотометрический метод. Применяют различные реагенты, такие как ароматические амины, 2,4-динитрофенилгидразин, 4-аминофенол, азобензолгидразинсульфокислота, ацетофенон, первичные нитросоединения, ацетон, антрон, фенолы, фуксинсернистая кислота, нитропруссид натрия и т.д. Известные методики с применением таких реагентов имеют ряд недостатков: применение концентрированных растворов кислот, органических растворителей в качестве экстрагентов, нагревание при фиксированной температуре и длительность проведения эксперимента (1-3 часа) [7].

Цель настоящей работы – разработка легковыполнимой фотометрической методики определения фурфурола на уровне сотых долей ПДК в водных средах.

Одним из лучших аналитических реагентов на карбонильную группу является 2,4-динитрофенилгидразин (ДНФГ). Реакция фурфурола с ДНФГ двухстадийна:



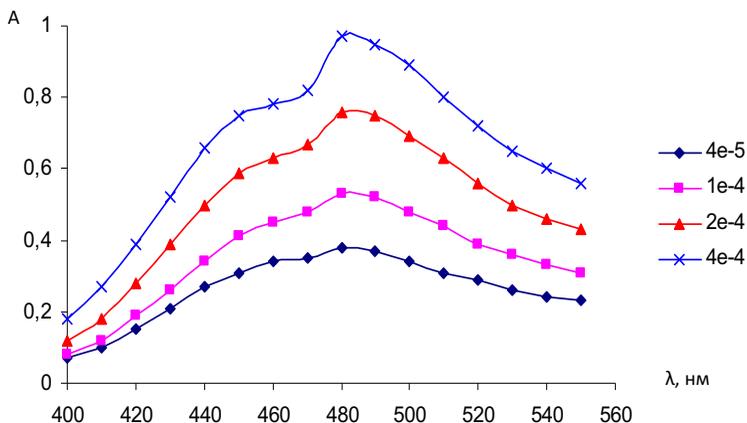
Первая стадия реакции (конденсация в кислой среде) – образование малорастворимого гидразона А. Вторая стадия (щелочная среда) – переход гидразона А в аци-форму В.

Ограниченная растворимость в воде форм А и В делает практически неприемлемым применение системы фурфурол – ДНФГ в фотометрии. Авторы [7] применяют следующую методику определения фурфурола по реакции с ДНФГ: к 5 мл раствора, содержащего 0,02 – 0,5 мг определяемого токсиканта, прибавляют 0,5 мл 0,5%-го раствора 2,4-динитрофенилгидразина в 2 н. НСl. Образующийся осадок гидразона (форма А) через 1 час центрифугируют, промывают несколько раз водой и растворяют в 10 мл этилового спирта. Затем прибавляют 10 мл смеси равных объемов 0,2 н. водного раствора NaOH и 96%-го этилового спирта. Красную окраску (форма В) раствора сравнивают с окраской серии стандартных растворов.

Указанный недостаток реакции фурфурола с ДНФГ устранен нами применением организованных сред на основе катионных ПАВ. Спектрофотометрически в водной среде и присутствии мицелл цетилпиридиния хлорида (ЦПХ) определены оптимальные условия реакции при варьировании концентраций НСl, ДНФГ, ЦПХ, а также времени экспозиции при получении формы А. Как видно из рисунка, увеличение концентрации катионного ПАВ приводит к гиперхромному эффекту в электронных спектрах поглощения системы фурфурол – ДНФГ – ЦПХ.

Установлены оптимальные условия реакции фурфурола с ДНФГ в среде ЦПХ ( $\lambda_{\text{макс}} = 480 \text{ нм}$ ):  $C_{\text{ДНФГ}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ М}$ ;  $C_{\text{НСl}} = 0,1 - 1,5 \text{ М}$ ;  $C_{\text{ЦПХ}} = 5 \cdot$

$10^{-4}$  М; время экспозиции при получении формы А – 20 минут;  $C_{\text{NaOH}} = 0,1$  М. На основании градуировочных зависимостей рассчитаны некоторые аналитические характеристики:  $\varepsilon = 6,2 \cdot 10^5 \text{ М}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ,  $\text{PrO} = 9,23 \text{ мкг/л}$ ,  $\text{ДОС} = 9,6 - 86,4 \text{ мкг/л}$ .



Спектры поглощения системы ДНФГ ( $1 \cdot 10^{-4}$  М, 1,5 М НСl) – фурфурол ( $3 \cdot 10^{-5}$  М) – ЦПХ – NaOH 0,1 М. Раствор сравнения – контрольный раствор,  $l=1 \text{ см}$ ,  $\tau = 20 \text{ мин}$

Таким образом, применение организованных сред на основе катионных ПАВ позволяет разработать быструю и легковоспроизводимую спектрофотометрическую методику определения фурфурола в водных объектах на уровне сотых долей ПДК.

### Литература

1. [url=http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4980/html]ФУРФУРОЛ[/url].
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
3. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/146303>.
4. ГОСТ 14352-73. Коньячные спирты. Метод определения содержания фурфурола.
5. ГОСТ Р 51710-2001. Спирт этиловый. Метод определения наличия фурфурола.
6. ГОСТ 10749.12-80 Спирт этиловый технический. Метод определения фурфурола.
7. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений / И.М. Коренман. М.: Химия, 1970. – 343 с.

## **ФОСФОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОТОКСИКАНТОВ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТРИЦАХ**

Фосфоресцентный метод характеризуется высокой чувствительностью и селективностью. Фосфоресценцию наблюдают в условиях обескислороживания сред или при иммобилизации анализируемых веществ на различных твердых подложках, что позволяет снизить вероятность безызлучательных процессов дезактивации энергии возбужденных триплетных состояний молекул. Чаще всего в качестве твердой подложки используют целлюлозную матрицу – фильтровальную бумагу, которую модифицируют различными веществами [1]. Для интенсификации излучательных процессов из триплетных возбужденных состояний молекул применяют эффект внешнего тяжелого атома (ТА). В этих целях используют различные соли, содержащие тяжелые атомы, способствующие возрастанию интенсивности фосфоресценции и увеличению селективности определения веществ в их смеси.

В нашей работе мы изучали возможность использования фосфоресцентного метода для анализа экотоксикантов - полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Данный класс соединений вызывает повышенный интерес экологов в связи с их высокой биологической (канцерогенной и мутагенной) активностью [2]. Образование и поступление ПАУ в окружающую среду связано с микробиологическими и высокотемпературными процессами, протекающими в природе (лесные пожары, вулканическая деятельность), и антропогенными факторами (работа промышленности, сжигание топлива, транспортные выхлопы и т.п.). Свалки бытовых отходов также являются хранилищем больших количеств различных токсичных соединений, в том числе и ПАУ, которые попадают в почву и грунтовые воды [3]. Поскольку данные вещества находятся в объектах окружающей среды в следовых концентрациях, но даже в этих количествах способны наносить значительный вред здоровью человека и природным системам, актуальной является разработка высокочувствительных методов контроля содержания данных веществ в окружающей среде.

Целью нашей работы была разработка фосфоресцентного способа определения ПАУ на целлюлозных матрицах, модифицированных поверхностно-активными веществами (ПАВ) и солями, содержащими тяжелые атомы.

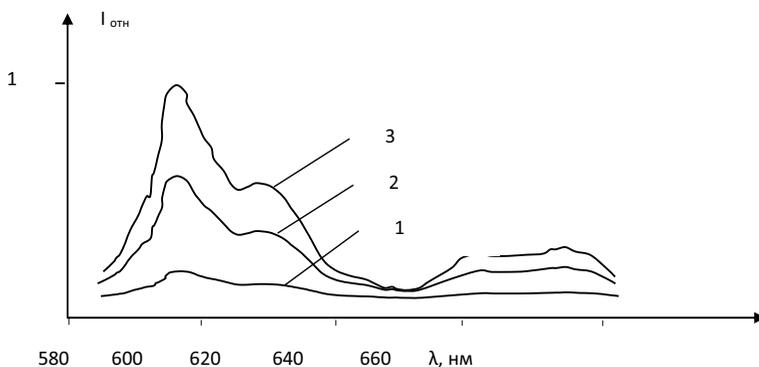
В флуоресцентном методе определения веществ часто используют различные способы модифицирования поверхности сорбента, в том числе наносят на сорбент раствор анионного ПАВ – додецилсульфата натрия (ДДС), а затем раствор ПАУ. Увеличение интенсивности флуоресценции в этом случае объясняется улучшением взаимодействия между анализируемым веществом и ТА, а также тем, что молекулы ДДС препятствуют проникновению веществ в глубь матрицы, концентрируя их на поверхности [4]. Однако в модельных экспериментах используются этанольные растворы ПАУ, редко встречающиеся в природе, и реагенты наносятся на поверхность твердой подложки с помощью микропипетки, что ухудшает точность и воспроизводимость анализа.

Мы исследовали возможность анализа водных растворов, более распространенных в природных условиях. А поскольку ПАУ относятся к гидрофобным веществам, содержащимся в водных средах в следовых концентрациях, в процедуре их определения необходимым этапом является концентрирование. Нами предложено использовать предварительное концентрирование веществ в мицеллярной микрофазе анионного ПАВ – ДДС и катионного – цетилтриметиламмония бромида (ЦТАБ) с динамической сорбцией на целлюлозную матрицу и последующим определением ПАУ непосредственно в фазе сорбента.

Для экспериментов был выбран представитель ПАУ пирен, обладающий наименьшей токсичностью и являющийся одним из индикаторов промышленного загрязнения в природной среде. Максимальная сорбция пирена, определенная методами флуоресцентной спектроскопии, наблюдалась при использовании водно-мицеллярных растворов ПАВ при концентрациях последних вблизи критических концентраций мицеллообразования. Применение ЦТАБ позволило добиться лучшего концентрирования пирена на целлюлозной матрице. Это, вероятно, связано с тем, что катионное ПАВ лучше взаимодействует с гидрофильной матрицей, в структуру которой входят гидроксильные группы ОН. Поэтому в случае регистрации флуоресценции пирена, не требующей добавления ТА, лучшим модифицирующим целлюлозу агентом являлся ЦТАБ. Однако при использовании ЦТАБ в результате электростатического отталкивания одноименно заряженных ионов ТА и катионного ПАВ ни в растворе, ни на твердой матрице не наблюдалась флуоресценция пирена, позволяющая проводить анализ с большей селективностью. В этом случае целесообразнее использовать в качестве модифицирующего агента ДДС.

Следующим этапом работы было исследование влияния различных солей, содержащих тяжелые металлы (нитрат таллия и ацетат свинца) на флуоресцентные характеристики пирена, сорбированного из водно-мицеллярных растворов ДДС. Так как концентрация тяжелого атома может

существенно влиять на фосфоресцентный сигнал, необходимо было определить концентрации, при которых наблюдается максимальная интенсивность сигнала. При оптимальных концентрациях ТА (для ацетата свинца 0,03 М, для нитрата таллия 0,025 М) сделано сравнительное изучение интенсивности и времени жизни фосфоресценции пирена. Спектры фосфоресценции пирена представлены на рисунке. Обнаружено, что максимальный сигнал фосфоресценции пирена наблюдается при использовании нитрата таллия, а максимальное время жизни возбужденных триплетных состояний молекул пирена при использовании ацетата свинца.



Спектры фосфоресценции пирена на модифицированных ДДС целлюлозных матрицах:  
1 – в отсутствии ТА; 2 – при использовании ацетата свинца; 3 – при использовании нитрата таллия

В результате проведенных исследований были подобраны оптимальные условия для фосфоресцентного анализа пирена в водных растворах. Данный способ отличается простотой подготовки проб, высокой чувствительностью и воспроизводимостью анализа и может быть применен в различных лабораториях по охране и мониторингу окружающей среды.

### Литература

1. Vo-Dinh T. Selective heavy-atom perturbation for analysis of complex mixtures by room-temperature phosphorimetry / T. Vo-Dinh, J.R. Hooyman // J. Analytical chemistry. – 1979 – V. 51, №12. – P. 1915-1921.
2. Ровинский Ф.Я. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов / Ф.Я. Ровинский, Т.А. Теплицкая, Т.А. Алексеева. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 244 с.

3. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 323 с.
4. Cardoso C.E. Determination of benzo[b]naphtha[2,3-d]thiophene (BNT) in sediments using selective heavy atom induced room-temperature phosphorimetry / C.E. Cardoso, R.Q. Aucelio // J. Braz. Chem. Soc.-2006. Vol.17, №7, p.1323-1328.

**С.В. Жадько**

УО «Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАКОПЛЕНИЯ  
ТЕХНОГЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ ТРАВЯНИСТЫМ ПОКРОВОМ  
ГАЗОНОВ И ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ (НА ПРИМЕРЕ  
г. ГОМЕЛЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)**

Антропогенное загрязнение воздуха и почв приводит к накоплению в растениях большой группы поллютантов, среди которых важное место занимают тяжелые металлы и некоторые неметаллы. Зеленые насаждения в городах выполняют роль фильтров, аккумулируя разные химические вещества и соединения, способствуют очищению среды проживания человека.

При оценке экологической обстановки на загрязненных территориях за основу берут определение средних концентраций химических элементов (ХЭ) в самой верхней части профиля почвы (0-5 см) и растений конкретных местообитаний. Полученные данные сравнивают с фоновыми (местными) содержаниями, кларками (глобальными и региональными средними содержаниями) или с привлечением санитарно-гигиенических нормативов (ПДК, ОДК, МДУ) [2-5].

Целью данной работы является установление общих и частных особенностей биоаккумуляции некоторых микроэлементов травянистым покровом и древесными растениями г. Гомеля.

Для решения поставленных задач по общепринятой методике [4] был проведен отбор проб на 74 пробных площадках, равномерно распределенных по всей территории города Гомеля (74 образца почв и 82 растительных образца, в том числе 28 – травянистый покров газонов и 54 – листья разных древесных пород).

В растительных и почвенных образцах велось определение Ni, Co, V, Mn, Ti, Cr, Pb, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Ta, Cu, Ag, Zn, Ge, La, Yb, Y, U, Th, Tl, Bi, Be, In, Ga, Sc, Sn, Ce, Cd, P, Sr, Ba, As, Sb, Hg, Li, B с использованием полуколичественного эмиссионного спектрального анализа на приборах

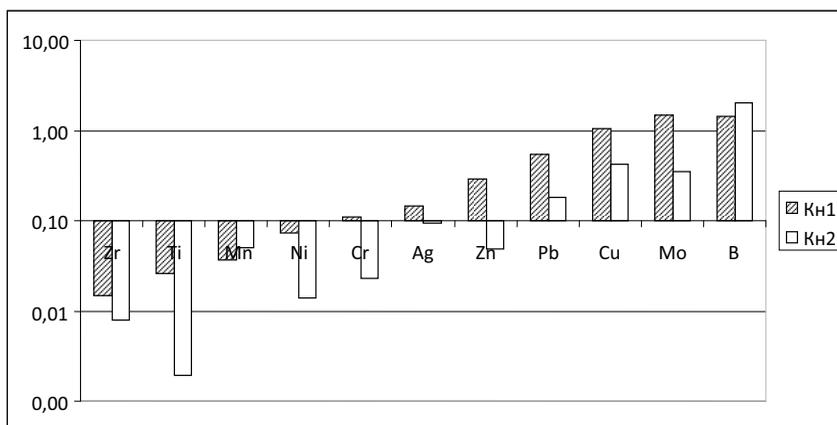
ДФС 452, СТЭ-1. Обработку результатов проводили с помощью пакетов программ MS Excel, Statistica for Windows (v 6.0).

Для оценки различных способностей растений к поглощению микроэлементов мы использовали коэффициент накопления (Кн), он же индекс аккумуляции (Ia), который рассчитывали как отношение содержания ХЭ в растении к их концентрации в почве [2].

Из приведенного перечня элементов как в почвенных образцах, так и в растительных пробах W, Hf, Ta, La, U, Th, Tl, In, Sc, Ce, Cd, As, Be, Hg и Sb находились ниже предела обнаружения прибора.

Для установления Кн в данной работе мы исключили также следующие элементы: являющиеся биогенными макроэлементами (P), присутствующие во всех (Co, V, Ga) или большинстве (Li, Sn, Sr) образцов почв, но отмеченные в незначительных количествах (менее чем в 60%) в растительных пробах; и наоборот, зафиксированные в значительно большей доле (до 80%) растительных проб, чем почвенных (Ba и Bi). Таким образом, к дальнейшему рассмотрению были приняты Ti, Mn, B, Zn, Cu, Pb, Cr, Zr, Mo, Ni, Ag. Из этих техногенных поллютантов только B является неметаллом.

Сопоставление коэффициентов накопления ХЭ в травяном покрове города и в древесных растениях относительно субстрата произрастания отражает сходство рядов их возрастания по обозначенной группе элементов (рисунк).



Биоаккумуляция микроэлементов растениями г. Гомеля относительно почвы (Кн1 – для травянистых растений газонов, Кн2 – для древесных растений)

Ряды возрастания Кн по данным группам проб отличаются незначительно: для травянистых растений –  $Zr < Ti < Mn < Ni < Cr < Ag < Zn < Pb < Cu < V < Mo$ ; для древесных –  $Ti < Zr < Ni < Cr < Mn < Zn < Ag < Pb < Mo < Cu < V$ . Последний ряд в большей степени отражает общие тенденции возрастания интенсивности поглощения элементов высшими растениями [1]:  $Ti < Zr < Cr < Ni < Mn < Ag < Pb < Cu < Mo < Zn < V$ .

Можно выделить частные тенденции в накоплении изучаемых загрязнителей травянистыми растениями газонов и древесными растениями города Гомеля по сравнению с усредненными значениями обозначенными выше. Общими для всех типов растительных проб являются: увеличение Кн Cr и Pb на одну позицию, Кн Cu – на одну для травянистых растений и две для древесных растений; одинаковое снижение Кн Ni – на одну позицию и Zn – на 3 для растений газонов и 5 для древесных растений. Частной особенностью биоаккумуляции тяжелых металлов травянистым покровом газонов является увеличение на одну позицию Кн Ti и Mo, а для древесных растений такое же увеличение Кн Ag и Pb.

Таким образом, на фоне сходных тенденций в накоплении техногенных поллютантов травянистыми и древесными растениями выявлены отличия в накоплении ряда элементов между изучаемыми группами растений. Полученные соотношения могут быть использованы при аппроксимации данных в системе почва – травянистые растения, почва – древесные растения, а также при оценке загрязнения городских экосистем по данным, касающимся одного из изученных компонентов.

## Литература

1. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. М.: Мир, 1989. 439 с.
2. Формы тяжелых металлов в почвах городов с разным промышленным потенциалом / В.Б. Кадацкий, Л.М. Васильева, Н.И. Танавицкая, Т.И. Липская // Природные ресурсы. 1999. №2. С. 73-82.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / сост. Раевич Б. А., Саев Ю. Е., Смирнова Р. С., Сорокина Н. П. М., 1982. 80 с.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Зырина Н. Г., Малахова С. Г. М., 1981. 110 с.
5. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. М., 1999. 768 с.

**Л.Л. Журавлева, А.В. Рейтер**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии» г. Саратов

## **БИОМОНИТОРИНГ НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Система регулярного биомониторинга должна являться неотъемлемой, предшествующей частью общей системы экологического мониторинга состояния компонентов окружающей среды с целью определения суммирующего (кумулятивного и синергетического) негативного влияния, подтверждения (исключения) токсичности загрязняющих веществ на тест-объектах, подтверждения классов опасности загрязняющих веществ и т.п.

Основной задачей биомониторинга является системный анализ природных и антропогенных процессов, протекающих в компонентах природной среды, который рассматривается как единый непрерывный процесс взаимосвязанных с физическими, физико-химическими и биологическими закономерностями.

Первой ступенью биомониторинга может явиться биотестирование выбранного компонента природной среды. Биотестирование (экотоксикологический анализ) является способом оценки токсических эффектов действия химических веществ и смесей по физиологическим, морфологическим, поведенческим реакциям, изменениям выживаемости, плодовитости тест-организмов в определенных условиях. При положительных результатах биотестирования детальные химические анализы утрачивают актуальность. При отрицательных результатах биотестирования уже может быть принято решение о выяснении причины поражающего действия неизвестного фактора. В этом случае проведение детального экоаналитического контроля становится не только обоснованным, но и необходимым.

Примером взаимодополняемости биотестирования данными химического анализа являются сведенные в таблицу значения характеристик проб биологически очищенных городских (г. Энгельс) сточных вод, взятых в разные периоды времени на разных стадиях очистки.

В таблице приведены основные показатели, характеризующие загрязнение воды химическими ингредиентами и соответствующие им данные из нормативной документации.

Основные показатели (плавающие примеси, окраска, БПК, ХПК) взяты из СанПиН 2.1.5.980-00 [1]. Эти показатели были дополнены

наиболее типичными для сточных вод и представляющими значительную опасность для окружающей среды показателями из рыбохозяйственных нормативов – (аммоний-ион, мышьяк, нефтепродукты, СПАВ, хром)[2].

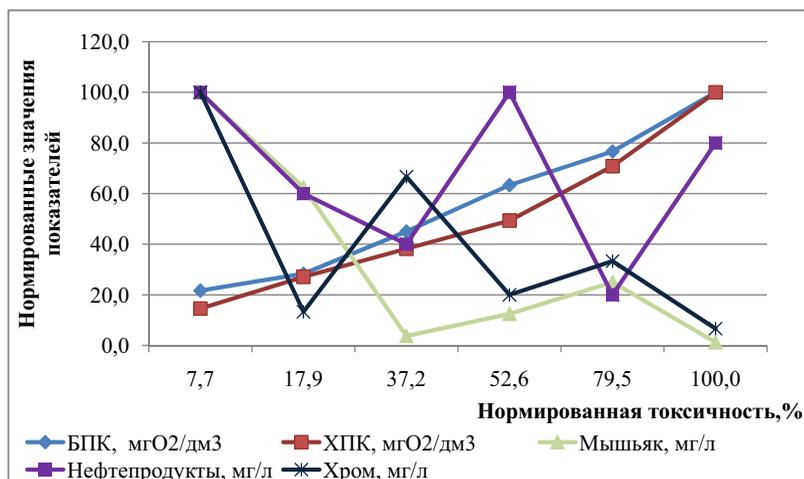
Параллельно проведению химических анализов проводилась оценка токсичности отобранных проб в соответствии с типовой методикой технологического контроля работы очистных сооружений [3]. Численным критерием токсичности принимался процент погибших особей вида *Daphnia magna* Straus.

Сопоставительный анализ данных таблицы и приведенных на рисунке зависимости показывает, что существует корреляция между содержанием химических соединений (в частности, БПК и ХПК) и токсичностью проб. В то же время отсутствует выраженная зависимость между токсичностью проб и содержанием в них таких опасных продуктов как мышьяк, хром, нефтепродукты.

При этом независимо от результатов дальнейших возможно очень длительных и дорогостоящих химических анализов получен ответ на главный вопрос: «Можно ли использовать эти пробы воды для каких бы то целей или они требуют дополнительной обработки?».

Химико-биологические показатели сточных вод

Показатель	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6	Норматив
Плавающие примеси	не обнаружены	Не должны обнаруживаться					
Окраска	не обнаружена	Не должна обнаруживаться					
БПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	13	17	27	38	46	60	4 (по БПК <sub>5</sub> )
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	21	39	55	71	102	144	30
Аммоний-ион, мг/л	2,4	7,8	10	5,4	14	32	0,5
Мышьяк, мг/л	0,08	0,05	0,003	0,01	0,02	0,001	0,05
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,03	0,02	0,05	0,01	0,04	0,05
СПАВ, мг/л	0,04	0,02	0,01	0,015	0,01	0,02	0,5
Хром, мг/л	0,015	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,02
Токсичность	6	14	29	41	62	78	-



Зависимости основных показателей от нормированной токсичности проб воды

Результаты исследований показывают, что биологический мониторинг компонентов окружающей среды должен быть обязательным, приоритетным для оценки качества окружающей среды, не ограничиваться некоторыми эпизодами и быть в статусе обязательного государственного контроля при определении антропогенной нагрузки на территории. Особенно важно иметь результат биологического тестирования компонентов окружающей среды при развитии производственных мощностей и социальной инфраструктуры.

Система государственного экологического мониторинга должна быть основана на сочетании методов биомониторинга и химико-аналитических исследований

## Литература

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
2. Приказ Госкомрыболовства от 28 апреля 1999 г. N 96 «О рыбохозяйственных нормативах».
3. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. – М., Стройиздат, 1977.- 299 с.

**В.С. Зуев**

Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН,  
г. Санкт-Петербург

**К МЕТОДОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА ПОЧВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)**

Экологические обследования системы почва-растение-атмосфера, как правило, носят констатирующий характер. В ряде случаев исследование свойств почв происходит по каким-то отдельным признакам: химическое, физическое, загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) и т.п. При создании диагностического комплекса параметров существуют 4 нормативные шкалы измерений: именная (классификационная), порядковая, интервальная, шкала отношений (Дмитриев, 1995). Данная методология позволяет получать некоторый комплекс дискретных экспериментальных (числовые обозначения по В.В. Докучаеву) состояний того или иного объекта. На современном этапе этого недостаточно для объективной оценки состояния сложных многоуровневых образований в силу их биогенной природы, какими и являются почвы как целостные искусственно-естественные системы. Необходимо «введение» нормативной 5-й шкалы, а именно параметров оценки взаимосвязей абсолютных характеристик (изменение формата выражения) используемых нормативных шкал измерений, а также моделей, описывающих (в количественном плане) характер этих взаимозависимостей. Рассмотрим подобные дополнения на примере исследования ТМ в разных районах СПб. Определения ТМ проводились в гор.  $U_h$  (0 - 10 см) (табл.1). Определение металлов осуществлены рентгено-флюоресцентным методом, углерода ( $C_{ox}$ , %) – по методу Тюрина. Результаты анализов свидетельствуют о значительном преобладании цинка. Видимо, это фациальная особенность города. В целом содержание ТМ (валовые формы) превышает ПДК этого ряда элементов. В центре СПб загрязнение выражено в меньшей степени. Можно констатировать широкое варьирование в содержании этих элементов в разных районах города, носящее, на первый взгляд, хаотичный характер. Об этом свидетельствуют дискретные абсолютные значения ТМ (табл. 1). Взаимосвязь органического вещества с суммой ТМ положительна и составляет 0,374, т.е. мала (несущественна).

Таблица 1

Содержание ТМ (мкг/кг) в урбаногемах г.СПб разного местоположения и времени

Объект, п.п.№№	Сох	Zn	Ni	Co	Cr	Pb	Σ
Окраинные районы СПб ( юго-запад)							
1.Кир.завод.	4,24	243	49	33	71	82	478
			Zn>Pb>Cr>Ni>Co				
2.Парк им.Ленина	1,64	107	37	36	24	4	208
			Zn>Ni>Co>Cr>>Pb				
3.Петергоф.шоссе	5,19	496	54	58	139	23	770
			Zn>Cr>Co>Ni>Pb				
Центральная часть города							
4.Казанский собор Под асфальтом	0,18	200	12	6	20	50	288
			Zn>Pb>Cr>Ni>Co				
5.Казанский собор Газон	5,77	100	12	6	25	100	243
			Zn=Pb>Cr>Ni>Co				
6.Ниеншанц	2,96	400	15	8	30	200	653
			Zn>Pb>Cr>Ni>Co				
7.ВО.Университет	3,62	200	20	10	30	120	380
			Zn>Pb>Cr>Ni>Co				

Рассмотрим дополнительные возможности анализа – перевод прямых экспериментальных данных в формат взаимосвязей признаков через коэффициенты корреляции Пирсона (R) с использованием редуцированных матриц корреляции и дополнительных расчетов (табл. 2). Суть этих расчётов состоит в вычислении: 1. Сумм корреляций по отдельным переменным - Summe-R; 2. Сумм коэффициентов детерминации по отдельным переменным – Summe-R<sup>2</sup>; 3. Сумм дисперсий корреляций по отдельным переменным –Summe-(s<sup>2</sup>)-correl. 4. Расчет Общностей (Окунь,1974; Харман,1972); 5. Расчет зависимости корреляции-корреляций (R-R) от общности (Общ.) (рисунок).

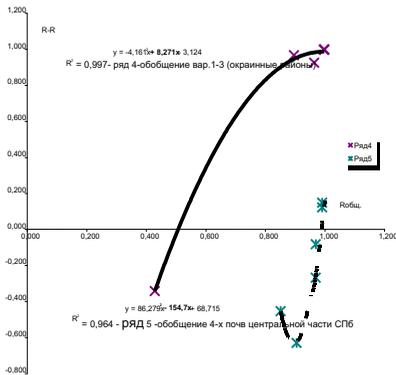
Статистическая зависимость R-R(Общ.) четко указывает на принципиально разный характер взаимозависимостей загрязнения почв центра города и окраинных районов.

Данный подход (расчет еще некоторых статистических функций) с большей детализацией урбанизированных земель (промышленные зоны, территории жилых застроек, зоны отдыха и т.д.) даст возможность получения количественных критериев в классификации этих территорий.

Таблица 2

Корреляционная матрица для 4-х почв центра города СПб (взаимосвязи 6 переменных)

N=6,n=4	Zn	Ni	Co	Cr	Pb	Сумма	R- R(Общ.)
Zn	<b>0,97</b>	0,23	0,35	0,48	0,78	0,97	-0,08
Ni	0,23	<b>0,99</b>	0,99	0,76	0,38	0,34	0,15
Co	0,35	0,99	<b>0,99</b>	0,82	0,49	0,46	0,12
Cr	0,48	0,76	0,82	<b>0,85</b>	0,85	0,67	-0,45
Pb	0,78	0,38	0,49	0,85	<b>0,91</b>	0,91	-0,63
Сумма	0,97	0,34	0,46	0,67	0,91	<b>0,97</b>	-0,27
Summe-R	3,77	3,69	4,09	4,44	4,30	4,30	24,59
Summe-R <sup>2</sup>	2,88	2,85	3,20	3,38	3,35	3,47	19,13
S.-(s <sup>2</sup> )-correl.	0,10	0,12	0,08	0,02	0,05	0,08	0,45
Общность (Общ.)	0,97	0,99	0,99	0,85	0,91	0,97	



Зависимость R-R(Робщ.) в суммативной оценке взаимосвязей признаков (ТМ) в урбаноэмах разного положения и района нахождения (центральная часть и новые окраинные районы)

1. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении Е.А. Дмитриев. М.: Изд-во МГУ, 1995. 318 с.
2. Окунь Я. Факторный анализ Я. Окунь; пер. с польск. Г.З. Давидович. М.: Статистика, 1974. 199 с.
3. Харман Г.Г. Современный факторный анализ / Г.Г. Харман; пер. с англ. В.Я. Лумельского М.: Статистика, 1972. 486 с.

**А.П. Иванов, В.В. Варгин**

Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова  
РАМН, Москва

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ IgY ЯИЧНОГО ЖЕЛТКА КУР КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЭКОЛОГИЧНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ АНТИТЕЛ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ**

В настоящее время для диагностики и проведения лечебных мероприятий при бактериальных и вирусных инфекциях используются в большинстве случаев антисыворотки и препараты иммуноглобулинов, выделенные от млекопитающих. Однако ещё в 1893 г. Klempereг показал, что иммунизация кур приводит к переносу специфических антител в яичный желток. В течение длительного времени это открытие не находило применения в биомедицинских исследованиях, однако этические проблемы экспериментов с лабораторными животными требовали поисков более гуманных подходов. В 1959 г. Russell & Burch опубликовали принципы гуманной экспериментальной техники, и в течение последующих 20 лет всё большее количество исследователей пришло к пониманию важности открытия Klempereг. В 1996 г. Европейский центр по оценке альтернативных методов (ECVAM) рекомендовал использование IgY вместо IgG млекопитающих как альтернативный подход исследовательской практики, а в 1999 г. «IgY-техника» была одобрена министерством ветеринарии правительства Швейцарии.

Несмотря на принципиальное сходство в иммунореактивности IgY обладает рядом преимуществ перед IgG млекопитающих, особенно ценных для его использования в диагностических тест-системах, например иммуноферментного анализа, где можно наблюдать низкую перекрестную реактивность за счет большой филогенетической дистанции между птицами и млекопитающими, неспособность IgY связываться с комплементом, ревматоидным фактором, Fc-рецепторами.

Нами на примере иммунизации кур-несушек инактивированным антигеном вируса клещевого энцефалита впервые продемонстрирована возможность получения высокоспецифичных IgY к данному патогену, имеющему приоритетное значение в инфекционной патологии на территории РФ. Такие антитела с успехом были использованы в качестве иммуносорбента при проведении иммуноферментного анализа для определения антител к возбудителю клещевого энцефалита в сыворотке людей.

Полученный опыт свидетельствует о перспективности использования антител IgY из куриного желтка для диагностических

целей. Обращает на себя внимание возможность получения таких антител в значительных количествах. Например, в течение недельной кладки одна иммунизированная курица способна генерировать IgY в желтке, эквивалентное содержанию IgG в 100мл сыворотки млекопитающих. Наконец, разработанный метод позволил заменить травматичный (в принципе) забор крови у иммунизированных животных на «гуманизированную» процедуру простого сбора яиц, содержащих IgY.

**Е.Ю. Иванова**

Воронежский государственный университет

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕРИОДАФИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ**

В последние годы усилилась техногенная нагрузка на окружающую среду. В связи с этим большое внимание уделяется изучению влияния человека и его деятельности на все аспекты функционирования биосферы. Одним из приоритетных направлений исследований является изучение загрязнения гидросферы, поскольку вода – это основа жизни на Земле. Кроме того, гидросфера, наряду с атмосферой и почвенным покровом, является «первичным резервуаром» поступления загрязнителей, а также средой обитания многочисленных гидробионтов, способных аккумулировать ксенобиотики непосредственно из воды.

Примером водной экосистемы, подвергающейся значительной антропогенной нагрузке, может служить Воронежское водохранилище, по левому берегу которого расположены ряд крупных промышленных предприятий, способных влиять на уровень загрязнения водоема. Однако, решая проблемы антропогенного воздействия на водохранилище, необходимо учитывать не только влияние промышленных и хозяйственно-бытовых стоков.

Поверхностные талые и ливневые воды способны также оказывать влияние на уровень загрязнения Воронежского водохранилища, так они поступают непосредственно с улиц в водоем, не подвергаясь очистке. Считается, что они имеют малую концентрацию загрязняющих веществ и, поступив в водный объект, поддаются быстрому самоочищению под влиянием солнечной радиации, деятельности микроорганизмов, водной растительности и других факторов. На этом основании делается вывод о малой вредности этих вод и возможности их массивного сброса без предварительной очистки [1].

Существует и противоположное мнение о том, что поверхностные стоки с урбанизированной территории в ряде случаев сравнимы с промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками, и увеличивают негативное воздействие на процессы самоочищения водоема. Подобная неоднозначность проблемы определяет необходимость проведения биоиндикационного анализа [2].

В настоящее время оценка степени загрязнения объектов окружающей среды осуществляется преимущественно путем определения содержания в них отдельных токсических веществ аналитическими методами и сравнения его с законодательно установленными для этих веществ предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Такой способ контроля имеет ряд существенных недостатков.

Помимо того, что аналитические методы, как правило, трудоемки, требуют дорогостоящего, дефицитного оборудования и реактивов, а также высококвалифицированного обслуживающего персонала, контроль загрязнения среды с помощью этих методов не может гарантировать экологической безопасности выбросов даже при соблюдении показателей ПДК. Это связано с тем, что, во-первых, нормами охвачена только очень незначительная часть из многих сотен химических соединений, содержащихся в промышленных выбросах, а разработка ПДК для всех загрязнителей и непрерывный контроль их содержания практически неосуществимы. Во-вторых, даже сведения о концентрации абсолютно всех загрязняющих веществ не дадут необходимой экологической информации, так как важны не сами уровни загрязнения, а те биологические эффекты, которые они могут вызвать и о которых не может дать информации самый точный химический анализ.

Нормативы ПДК не учитывают изменения токсичности загрязнителей за счет эффектов синергизма при действии нескольких загрязнителей. Эти нормативы не отражают также зависимости токсического действия загрязнителей от физических факторов среды, и не учитывают процессы химической трансформации загрязнителей в окружающей среде или в ходе очистки выбросов от конкретных загрязнителей. Такая трансформация увеличивает число не идентифицированных соединений, попадающих в окружающую среду, отдельные из которых могут оказаться значительно более токсичными, чем исходные загрязнители.

Методы биотестирования не требуют идентификации конкретных химических соединений, они достаточно просты в исполнении и дешевы. Использование биотестов не исключает физико-химические методы анализа, но позволяет использовать последние более рационально. Простые в исполнении и неспецифические биотесты должны использоваться для непрерывного мониторинга качества среды и

сигнализации о появлении в среде токсичных загрязнений, а аналитические методы могут привлекаться для определения химической природы загрязнения только после получения положительного результата при биотестировании среды на интегральную токсичность.

Целью исследования являлось изучение токсичности ливневых вод участка Воронежского водохранилища. Для ее достижения произведен отбор проб (март-апрель) в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Всего отобрано 18 образцов воды из ливневых спусков.

Эколого-токсикологический анализ реализован по методике «Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний» [3].

Принцип основан на определении смертности и изменений плодовитости цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

Острое токсическое действие исследуемой воды на цериодафний определяется по их летальности за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более особей за 48 часов в пробе при условии, что в контроле гибель не превышает 10%.

Хроническое токсическое действие исследуемых поверхностных сточных вод определяется по смертности и изменению плодовитости цериодафний за период 7 и более суток (до появления третьего помета молоди в контроле) в исследуемой воде по сравнению с контролем. Критерием хронической токсичности служит гибель 20% и более (или) достоверное отклонение в плодовитости из числа выживших по сравнению с контролем.

Острая токсичность в ходе исследования не выявлена.

В результате проведенного тестирования получены данные о хронической токсичности талых вод из пяти точек отбора проб. Четыре из них находятся на правом берегу Воронежского водохранилища в зоне, соответствующей историческому центру города, где расположена старая частная одноэтажная застройка. Не все дома здесь канализованы, а стихийные свалки бытовых отходов расположены по всему высокому правому берегу этой части водохранилища. Поэтому воды, поступающие с ливневым стоком, а также в процессе таяния снега несут в водохранилище все нечистоты, через которые они просачиваются в процессе стока.

На левом берегу водохранилища хроническую токсичность удалось обнаружить только в одной пробе. Относительно меньшее число проб, обнаруживших токсический эффект на левом берегу, можно объяснить

низинным рельефом левобережья и песчаными почвами, выполняющими роль фильтра.

Обнаруженные токсические эффекты талых вод, которые традиционно считаются безопасными, делает необходимым проведение более детальных и полных исследований.

### Литература

1. Воронежское водохранилище: комплексное изучение, использование и охрана / В.М. Мишон, Т.В. Складорова, Г.С. Пашнев и др. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. – 188 с.

2. Токсиколого-гигиенические и эпидемиологические требования к использованию хозяйственно-бытовых сточных вод в охлаждающих системах водоснабжения / Я.И. Тарадин, Р.Д. Смирнова, Л.Х. Цигановская, Л.Н. Фетисова // Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий. М., 1978.

3. Жмур Н.С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний / Н.С. Жмур. М.: АКВАРОС, 2001. – 52 с.

**Н.В. Иванова, А.С. Дробышева**

Ивановский государственный химико-технологический университет

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ Г. ИВАНОВО**

В настоящее время ситуация с питьевой водой в России характеризуется как критическая. На сегодняшний день основным источником питьевой воды во многих городах является водопровод, причем качество этой воды не всегда соответствует заданным требованиям. Так, в 2002 г. каждая пятая проба воды (19,5%) не соответствовала гигиеническим требованиям по санитарно-химическим и каждая одиннадцатая (9,1%) - по микробиологическим показателям (в 1995 г. – 20,9 и 10,3% соответственно) [1].

Решение проблемы удовлетворения потребностей человека в воде для различных целей тесно связано с обеспечением ее необходимого качества. Существующая система контроля качества вод, основанная на проведении химического анализа, не дает возможности оценить реальную опасность тех или иных токсикантов для человека и биоценозов водных объектов. Применение комплексной оценки позволит повысить эффективность контроля за состоянием водных объектов. Такая оценка

относится к числу наиболее радикальных приемов, отвечающих водоохранным целям. В роли такой комплексной оценки может выступать система химико-аналитических приемов контроля, дополненная качественно новыми биологическими параметрами методов биотестирования.

Биотестирование, как правило, используют до химического анализа, так как этот метод позволяет провести экспресс-оценку природной среды и выявить «горячие точки», указывающие на наиболее загрязненные участки (акватории, территории, полигона). На участках, где методами биотестирования выявлены какие-либо отклонения, и исследуемая среда характеризуется как токсичная, аналитическим путем необходимо установить причины этого явления [2]. Стоит отметить, что список загрязнителей природных вод сегодня включает огромное количество веществ, и лишь незначительная их часть обеспечена химико-аналитическими методиками определения. Кроме того, в новой экономической ситуации весьма важной является высокая стоимость проведения химического анализа.

Таким образом, благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое распространение и в настоящее время все чаще используется в диагностике объектов экологии, медицины, пищевой промышленности.

Цель данных исследований заключалась в оценке современного экологического состояния питьевой водопроводной воды с помощью метода биотестирования, анализе динамики изменения качества воды за период 2007 и 2008 годов и сравнении качества воды из двух водозаборов г. Иваново: Авдотьинского и Горинского.

Оценка токсичности проб проводилась по методике биотестирования природных и сточных вод с использованием дафний. В качестве тест-объекта использовалась лабораторная гомогенная культура ветвистоусых рачков – *Daphnia magna* Straus. При биотестировании определяли острое и хроническое токсическое действие (ОТД и ХТД) вредных веществ на дафний.

В ходе эксперимента было проведено биотестирование проб водопроводной воды г. Иваново, отобранных из двух водозаборов: ОНВС-1 (Авдотьино) и ОНВС-2 (Горино) в период с января по май 2007 года и с сентября 2007 года по май 2008 года. Качество питьевой водопроводной воды в г. Иваново меняется в зависимости от месяца отбора проб (таблица), причем для двух водозаборов (Авдотьинского и Горинского) наблюдаются аналогичные закономерности. Так, в зимние месяцы (январь и февраль) качество воды может быть оценено как удовлетворительное: острая токсичность отсутствует, значения ЛД<sub>50</sub> превышают пороговую величину (96 ч), однако имеет место хроническое

токсическое действие на дафний. Вода, отобранная в марте, имеет низкое качество: она оказывает острое токсическое действие на тест-объекты. Острая токсичность и низкое качество этой воды могут быть связаны с тем, что на станциях водоподготовки водопроводная вода подвергается хлорированию, в результате которого образуются токсичные продукты хлорирования природных и синтетических органических и неорганических примесей, а также продукты хлорирования воды (хлороформ, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, дихлорэтан, 2,4,6-трихлорфенол). Месяц март – период активного таяния снега. В это время высока вероятность попадания большого количества загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты вместе с тальми водами. Поэтому водопроводную воду дополнительно хлорируют, следовательно, концентрация продуктов хлорирования и токсичность воды возрастают.

Характер токсического действия проб водопроводной воды

Дата отбора пробы	Водозабор	LT <sub>50</sub> , ч	Токсический Эффект	% гибели дафний в течение 96 ч
29.01.2007 (январь)	Авдотьино	120	Хроническое токсическое действие	40
	Горино	144		30
28.02.2007 (февраль)	Авдотьино	144	Хроническое токсическое действие	30
	Горино	168		20
29.03.2007 (март)	Авдотьино	35	Острое токсическое действие	90
	Горино	95		50
28.04.2007 (апрель)	Авдотьино	127	Хроническое токсическое действие	30
	Горино	144		30
25.05.2007 (май)	Авдотьино	164	Хроническое токсическое действие	20
	Горино	182		10
29.09.2007 (сентябрь)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	20
	Горино	-		17
25.10.2007 (октябрь)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	24
	Горино	-		20
23.11.2007 (ноябрь)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	44
	Горино	-		37
19.12.2007 (декабрь)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	37
	Горино	-		34
21.01.2008 (январь)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	47
	Горино	-		44
22.02.2008 (февраль)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	47
	Горино	-		40
29.03.2008 (март)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	47
	Горино	-		44
28.04.2008 (апрель)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	44
	Горино	-		37
25.05.2008 (май)	Авдотьино	-	Хроническое токсическое действие	24
	Горино	-		20

Качество воды, отобранной в апреле и мае, улучшается: острая токсичность отсутствует. Однако хроническое токсическое действие на тест-организмы оказывает и эта вода. Вода, отобранная в сентябре, октябре, ноябре, декабре 2007 года достаточно хорошего качества. В ней нет существенных превышений концентраций вредных веществ, которые приводят к гибели дафний. Пробы воды, отобранные в январе, феврале, марте 2008 года, имеют низкое качество. Вода не оказывает острое токсическое действие на тест-объекты, но процент погибших дафний близок к 50 %. Качество воды, отобранной в апреле и мае 2008 года, улучшается, процент погибших дафний за 96 часов биотестирования составляет 20-40 %. Однако хроническое токсическое действие на тест-организмы, оказывает и эта вода. Необходимо отметить, что хотя общие тенденции изменения качества Авдотьинской и Горинской питьевой воды в период с января по май 2007 года и с сентября по май 2008 года одинаковы, качество водопроводной воды из Авдотьинского водозабора ниже, чем из Горинского. При сравнении результатов биотестирования за аналогичные периоды 2007 и 2008 годов можно сделать вывод, что вода из двух водозаборов не изменила своего качества. Полученные результаты хорошо согласуются с данными химического анализа водопроводной воды г. Иванова. Рассматриваемые реакции тест-организмов (*Daphnia magna* Straus) на содержание токсичных веществ в питьевой воде могут служить хорошими индикаторами её качества.

#### Литература

1. Онищенко Г.Г. // Здравоохранение Российской Федерации. 2005. №3. С. 3-7.
2. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности Т.А. Хоружая. М.: Книга-сервис, 2002. 208 с.

#### **Н.С. Игловская**

Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

Экологическое неблагополучие городов, в результате которого ухудшается здоровье населения, повышается уровень заболеваемости и смертности, сокращается продолжительность жизни, стало острейшей

глобальной проблемой. Состояние компонентов природы – важнейший индикатор качества городской среды (Лаппо, 1997).

Территория Архангельской городской агломерации, включающая города: Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, сельские населенные пункты, является ареалом наиболее измененной природной среды Архангельской области. Уплотнение грунтов, подтопление и эрозионные процессы вследствие крайне неблагоприятных инженерно-геологических условий территории приводят к заболачиванию, оползням, обвалам, эрозии и сведению растительного покрова. Практически повсеместно здесь залегают слабые грунты (торф, заторфованная глина, ил), в результате чего в Архангельске отдельные здания опустились на 1 – 3 м, а участки дорог на 3 – 4 м. Длительная осадка торфа под слоем техногенных отложений, горизонтальные подвижки грунтов в откосах котлованов и траншей, сезонное промерзание являются наиболее опасными для инженерных сооружений процессами в геологической среде (Невзоров, 2000). Вся территория агломерации является подтопленной, что ведет к разрушению фундаментов зданий, различных коммуникаций ЖКХ, деформациям и авариям. Качество почв как важнейший показатель их состояния, на территории агломерации расценивается как удовлетворительное. Главными поллютантами являются: цинк, кремний, никель, медь, свинец и молибден (2 – 3 ПДК) (Зыкова, 2007). Промышленные предприятия и транспорт ежегодно выбрасывают в атмосферу 333,56 тыс.т вредных примесей. Самые мощные источники эмиссий: Архангельский и Соломбальский ЦБК. Производство энергии на Архангельской и Северодвинских ТЭЦ, основанное на сжигании органического топлива, приводит к значительному загрязнению атмосферы диоксидом серы, окислами азота и углерода, макрочастицами углеродсодержащей летучей золы. Наибольшее количество специфических элементов выбрасывается в атмосферу на Севмашпредприятии в г. Северодвинске. В результате стремительного роста автотранспортной нагрузки существенно выросли выбросы окиси углерода и двуокиси азота. Концентрации бенз(а)пирена и формальдегида в среднем за 2007 г. превысили предельно допустимые нормы, в Архангельске (4 – 13 ПДК), Северодвинске (2 – 4 ПДК). Среднегодовая концентрация метилмеркаптана составила 6 – 9 ПДК (в Новодвинске 13 – 20 ПДК), сероуглерода – 1 – 2 ПДК. Почти ежегодно регистрируются отдельные случаи превышения разовых концентраций сероводорода до 3 – 8 ПДК.

Для реки Северная Двина загрязняющими веществами являются органические вещества, соединения меди, цинка, общее железо, лигносульфонаты и нефтепродукты. Особенно высок уровень загрязнения устьевого участка. Основными источниками загрязнения являются предприятия ЦБП и деревообработки, ЖКХ, речные и морские суда.

Содержание лигносульфонатов в 2006 г. составило 2 – 3 ПДК, железа – 2 – 6 ПДК, цинка – 1 – 2 ПДК, меди – 2 – 5 ПДК, алюминия – 1 – 3 ПДК. Вода реки оценивается на разных участках как «весьма загрязненная» и «грязная». Ее обеззараживание хлором, а также применение на ЦБК молекулярного хлора для отбеливания целлюлозы и использование пентахлорфенолята натрия для химической обработки древесины приводит к образованию диоксинов (Троянская, 2006). Нерешенной является проблема снабжения населения агломерации качественной питьевой водой.

В последние годы установлены локальные загрязнения грунтов и грунтовых вод нефтепродуктами в результате систематических разливов и аварийных утечек нефтепродуктов. Предприятия городов агломерации ежегодно производят сотни тысяч тонн отходов, из которых лишь 10 % подвергается переработке. Острая проблема – это утилизация опасных ртутьсодержащих отходов, образующихся при деятельности ЦБК. Большую озабоченность вызывает состояние свалок промышленных и бытовых отходов. С 2003 г. лишь в Архангельске действует мусороперерабатывающий комбинат для отходов 4 и 5 классов опасности. Для предприятий лесной промышленности актуальна проблема производственного шума, где его уровень превышает предельно допустимые значения на 20 – 30 %. До сих пор не организована в должной мере санитарно-защитная зона Северной железной дороги и не проведены защитные мероприятия для уменьшения шумового воздействия на микрорайоны Архангельска, прилегающие к аэропорту «Талаги». Источниками электромагнитного загрязнения являются ЛЭП, промышленные установки, радиоизлучающие устройства, телевизионные системы, а также системы различных видов связи. В 2006 г. по результатам исследований Госсанэпиднадзора из 29 предприятий не соответствовали санитарным нормам – 11, а из 30 детских и подростковых учреждений – все. Основными источниками радиационной опасности являются: база атомного флота Минобороны России в г. Северодвинске, полигоны для испытаний ядерного оружия и ракет-носителей (с. Ненокса), объекты ГРЦАС в г. Северодвинске, хранилище РАО «Миронова Гора», построенное в 1962 г. в 12 км от Северодвинска. Замеры показателей радиационной безопасности на протяжении последних лет дают стабильные результаты, однако временные хранилища предприятий ГРЦАС не приспособлены для длительного хранения РАО, к тому же десятки подлежащих утилизации АПЛ ждут своей очереди по 10 – 15 лет.

**ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА И ОКИСЛЕНИЯ  
АССИМИЛЯТОВ У РЯБИНЫ СИБИРСКОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ  
В МЕСТАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА**

Одной из основных причин ухудшения условий произрастания древесных растений является загрязнение атмосферного воздуха в городе. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит автомобильный транспорт, доля которого постоянно растет. Многие физиологические процессы у древесных растений обладают высокой чувствительностью к загрязнению воздуха. Кислые газы вызывают трехфазное изменение фотосинтеза – слабое подавление, активацию и устойчивое подавление [2], а также изменение химизма дыхания.

Цель данной работы – оценить процессы синтеза и окисления ассимилятов у рябины сибирской, произрастающей в местах локального загрязнения среды выбросами автотранспорта г. Кемерово.

Исследования проводились в вегетационный период 2008 года. Объектом исследований служила рябина сибирская, произрастающая вблизи перекрестков пр. Октябрьский – ул. Терешковой и пр. Кузнецкий-ул. Сибиряков-Гвардейцев. Оба перекрестка по результатам моделирования полей приземных концентраций от автотранспортных потоков являются загрязненными с превышением ПДК по ряду химических веществ. На перекрестке пр. Октябрьский – ул. Терешковой наблюдается превышение ПДК по Pb (в 5,5 раза), NO<sub>2</sub> (в 4 раза), CO (в 6 раз), бенз(а)пирена (в 1,9 раз). Перекресток пр. Кузнецкий - ул. Сибиряков-Гвардейцев характеризуется превышением ПДК по Pb (в 5,7 раза), NO<sub>2</sub> (в 12 раз), CO (в 7,5 раза), бенз(а)пирена (в 2,2 раза).

Контрольные деревья произрастали во внутриквартальных посадках Ленинского района города. Средний возраст исследуемых древесных растений составлял 30-40 лет.

Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли по уровню восстановленных и окисленных ассимилятов после 4-часовой экспозиции точной навески на свету и в темноте [1].

Анализ полученных результатов показал, что в течение вегетации в листьях рябины сибирской интенсивность синтеза ассимилятов увеличивается с мая по июль, максимальные значения данного показателя отмечены 5 июля как в опытных, так и в контрольных группах растений. К концу вегетации скорость синтеза углеводов снижается вследствие старения листьев. В листьях рябины сибирской на контрольном участке

синтез ассимилятов в течение вегетации находится в пределах 6,0-35,11 мг/г·ч. У рябины, произрастающей вблизи изучаемых перекрестков, отмечается снижение синтеза ассимилятов во все сроки наблюдений в сравнении с контролем (исключение составляет значение интенсивности синтеза 25 июля). Для рябины сибирской, произрастающей вблизи перекрестков ул. Сибиряков-Гвардейцев – пр. Кузнецкий и пр. Октябрьский – ул. Терешковой отмечалось 2 максимума в снижении синтеза углеводов в листьях на 34,6 – 31,2 и 49,3 – 41,6% в сроки 5 июля и 14 августа соответственно (рис. 1). Существенных различий в уровне синтеза ассимилятов по перекресткам не обнаружено.

Уровень окисленных ассимилятов в листьях растений за единицу времени позволяет судить об интенсивности процесса дыхания. У рябины сибирской как в контрольной группе, так и вблизи изучаемых перекрестков наблюдается скачкообразное изменение интенсивности дыхания в течение вегетации. Наименьшая интенсивность дыхания отмечается в начале вегетации – 26 мая, 25 июня следует пик увеличения интенсивности дыхания с последующим снижением 5 июля. К концу вегетации у контрольных растений рябины сибирской отмечается максимальное усиление окислительных процессов (4 и 14 августа) (рис.2).

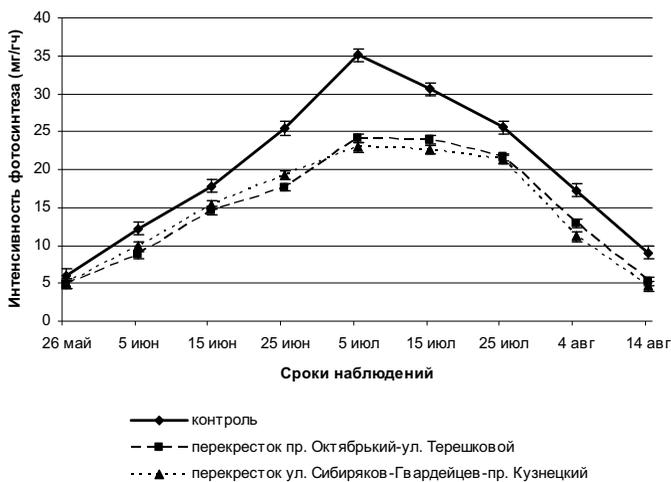


Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза в листьях рябины сибирской

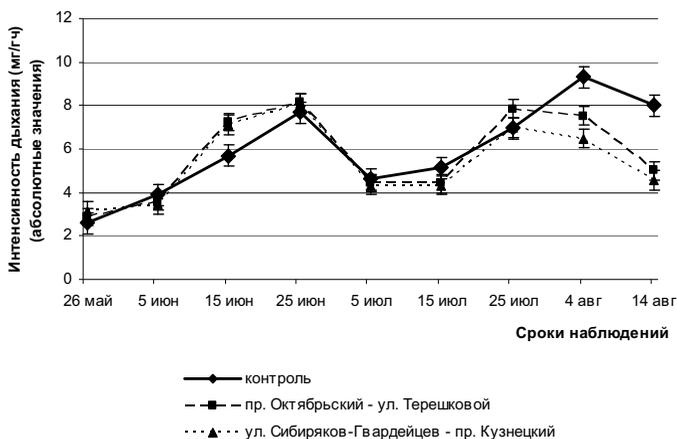


Рис. 2. Интенсивность дыхания в листьях рябины сибирской

Вблизи изучаемых перекрестков у исследуемых видов древесных растений отмечается изменение в интенсивности дыхания. Как показали результаты исследований, 15 июля у рябины отмечается увеличение интенсивности дыхания по сравнению с контролем. В сроки наблюдений с 5 июля по 14 августа, за исключением 25 июля, интенсивность дыхания падает ниже контрольных значений. У рябины, произрастающей на исследуемых перекрестках, не наблюдается существенных различий по данному показателю.

Таким образом, результаты исследований позволяют заключить, что на исследуемых перекрестках наблюдается снижение синтеза углеводов во все сроки наблюдений (за исключением 25 июля) с максимумами снижения 5 июля и 14 августа.

В зоне локальных очагов загрязнения выбросами автотранспорта в листьях рябины сибирской в течение вегетации отмечается изменение интенсивности дыхания, которое выражается в усилении окисления углеводов 15 июня и 25 июля и снижении окислительных процессов 15 июля и 4-14 августа.

## Литература

1. Быков, О. Д. Бескамерный способ изучения фотосинтеза. Методические указания / О. Д. Быков - Л., 1974. - 17 с.

**О.В. Кичигин<sup>1</sup>, Н.Н. Басаргин<sup>2</sup>, О.А. Носова<sup>3</sup>, В.Г. Егоров<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Курский институт экологической безопасности

<sup>2</sup>Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва

<sup>3</sup>Курский институт социального образования

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТОРИЯ (IV) ПРИ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИИ В ПИТЬЕВЫХ, ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ**

С учетом низкого содержания тория в природе и более высокого в результате технокимических процессов и чрезвычайных ситуаций требуется разработка новых простых, чувствительных и эффективных методов его анализа. Для снижения предела обнаружения микроколичеств элементов любым методом и уменьшения мешающего влияния сопутствующих веществ требуются предварительное концентрирование и выделение ионов металлов из объектов окружающей среды. С этой целью в последнее время широко применяются сорбционные методы, особенно с использованием полимерных комплексообразующих сорбентов (ПКС) [1].

Указанные особенности учитывались нами при изучении возможности использования группы новых ПКС для концентрирования тория (IV) из объектов окружающей среды. Для концентрирования тория (IV) наиболее перспективными являются сорбенты с орто-амино-азо-орто'-гидроксифункциональной группой на основе полимера стирола с дивинилбензолом. Поэтому представляло интерес изучить возможности концентрирования тория хелатными сорбентами с данной группировкой, включающей, кроме того, различные заместители в орто- и параположениях к гидроксильной группе.

Сорбенты представляют собой порошки коричневого цвета, нерастворимые в воде, кислотах, щелочах и органических растворителях. Методика изучения сорбционных свойств ПКС описана в работе [1]. Определены оптимальные рН, время, температура сорбции, сорбционная емкость сорбентов, изучено мешающее влияние посторонних ионов при конечном спектрофотометрическом определении тория (IV). Разработана методика сорбционно-спектрофотометрического определения Th (IV) в водных объектах (питьевых, природных и сточных водах), представленных из зон Курской области с различной степенью загрязнения.

Результаты сорбционно-спектрофотометрического определения тория (IV)  
в природных, питьевых и сточных водах

Место отбора проб	Найдено, мкг/л	$s_r$
р. Сейм, 5 км выше г. Курска	1,39±0,06	0,07
р. Сейм, 2 км ниже г. Курска	1,40±0,07	0,06
Киевский водозабор, г. Курск	0,31±0,05	0,04
Водоем-охладитель Курской АЭС	3,48±0,06	0,06
Пульпо-шламохранилище Михайловского ГОКа КМА	8,60±0,08	0,04
Питьевая вода, г. Курск	0,70±0,04	0,06
Питьевая вода, г. Курчатов	0,74±0,05	0,04
Питьевая вода, г. Железнодорожск	0,60±0,06	0,06
Питьевая вода, г. Обоянь	0,54±0,04	0,05
Минеральная вода «Липецкая»	0,33±0,05	0,04
Минеральная вода «Коренная»	0,59±0,05	0,05
Минеральная вода «Курский Адамант»	0,29±0,04	0,03
Вода, используемая для изготовления молочных продуктов на Молочном заводе, п.Коньшевка, Курской обл.	0,74±0,05	0,07
Вода, используемая для приготовления пива на заводе «Сан ИнБев», г. Курск	0,32±0,06	0,05
Вода, используемая для приготовления плодоовощных консервов на консервном заводе г. Обоянь, Курской обл.	0,70±0,05	0,05
Вода (прошедшая дополнительную очистку) для приготовления кваса «Утоляев» («Курский квас»)	0,44±0,05	0,04
Сточная вода АО «Аккумулятор», г. Курск	6,66±0,08	0,04
Сточная вода ОАО «Электроаппарат», г. Курск	3,16±0,05	0,05
Сточная вода ОАО «Корневский завод НВА»	4,23±0,07	0,05

Условия концентрирования: масса сорбента - 100 мг, pH 3,4, время перемешивания – 20 минут, десорбция - 2 М раствор  $\text{HNO}_3$ . Концентрацию тория в элюате определяли на спектрофотометре СФ-46 по предварительно построенному градуировочному графику в условиях:  $\lambda=665$  нм, 6 М  $\text{HNO}_3$ .

Результаты исследований содержания тория в водных объектах показаны в таблице. Правильность определений контролировали методом добавок. ПДК тория в водных объектах, включая питьевую воду, не регламентировано и может носить лишь рекомендательный характер – 32 мкг/л [2].

### Литература

1. Органические реагенты и хелатные сорбенты в анализе минеральных объектов / Н.Н. Басаргин [и др.]. - М.: Наука, 1980. - 190 с.
2. Гороновский И.Т. Краткий справочник по химии / И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. - Киев: Наукова думка, 1987.- 829 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОЕМОВ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Состояние водоемов, расположенных в городской черте, является одним из показателей, отражающим степень влияния урбоэкосистем на окружающую среду. Во втором по величине и промышленному потенциалу городе Республики Беларусь – Гомеле – насчитывается более 90 озер и прудов, подверженных различным видам антропогенного воздействия. Среди них использовали озера, в которые поступали сточные воды промышленных предприятий и ливневых коллекторов (озера Шапор и Дедно), разбавленные хозяйственно-бытовые сточные воды (озеро Володькино), озера с рекреационным использованием (озеро Любенское), расположенные в промышленном микрорайоне города (озеро Сельмашевское), в районе интенсивной застройки (Волотовские озера), на границе городской зоны (озеро Сетен).

Объектами исследований, проведенных в течение 2006-2007 гг. с частотой 3-4 раза в месяц, были зоопланктонные сообщества и гидрохимические характеристики водоемов.

Во всех исследуемых озерах отмечается превышение величин БПК<sub>5</sub> в 1,36-2,91 раза, железа - в 1,53-11,00 раз, марганца - в 2,12-7,97 раза. В некоторых озерах качество воды также не удовлетворяет нормам по содержанию цинка, фосфатов. В озерах, принимающих сточные воды, отмечается ниже допустимого содержание растворенного кислорода, концентрация азота нитритного превышает ПДК в 1,42-7,54 раза, азота аммонийного - в 2,57-8,32 раза, фосфатов - в 1,55-3,53.

При проведении исследований изучались также показатели организации зоопланктонных сообществ, относящиеся к видовой структуре и количественным характеристикам.

Результаты показывают, что в зоопланктоне озер обнаружено 79 видов и внутривидовых таксонов: *Rotifera* – 48, *Cladocera* - 24, *Copepoda* – 7. Количество обнаруженных в озерах видов снижается при увеличении степени антропогенной нагрузки в 1,18-1,94 раза. Аналогичные данные получены при расчетах индексов видового разнообразия.

Доля коловраток в видовом разнообразии зоопланктона, как правило, превышает 50%, что наблюдается при евтрофировании водоемов.

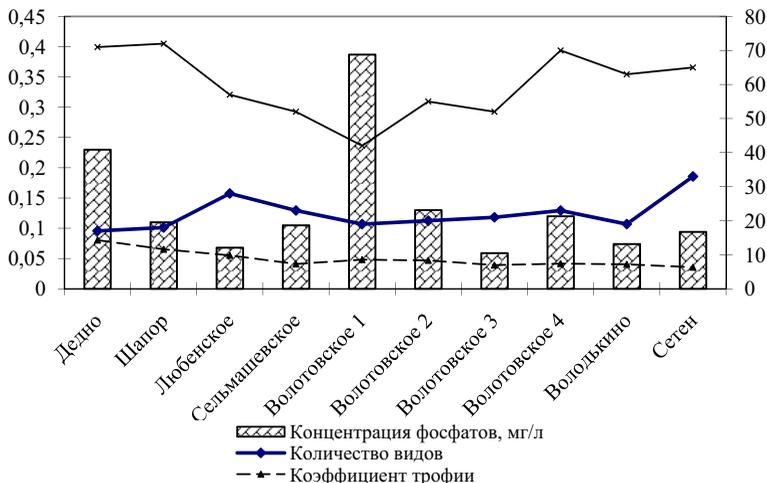


Рис. 1. Изменение индикационных характеристик зоопланктона озер в зависимости от концентрации фосфатов

Количество доминирующих видов зоопланктона, выделенное на основе функции рангового распределения плотности, сокращается в 1,7-2,5 раза при антропогенном прессе на озера.

Установлено, что отношение числа видов рода *Brachionus* к числу видов рода *Trichocerca* (индекс  $Q_{В/Т}$ ) для разных озер изменяется в пределах 2-8, что отмечается в гиперэвтрофных водоемах.

Количество видов-индикаторов загрязнения во всех исследуемых озерах превышает 50%. Величины рассчитанного индекса сапробности (по среднегодовым данным) позволяют отнести воду всех исследуемых озер к категории «умеренно загрязненная». В отдельные периоды исследований вода некоторых озер относится к категории «загрязненная», а вода озер, в которые поступают сточные воды, - к категории «грязная».

Нами были сопоставлены гидрохимические характеристики и гидробиологические показатели озер. В качестве примера приводим результаты некоторых из этих сопоставлений. Повышение концентрации фосфатов в озерах приводит к обеднению видового состава зоопланктона. Одновременно в озерах отмечается увеличение коэффициента трофии и, как правило, возрастает доля коловраток в видовом разнообразии зоопланктона (рис. 1). С возрастанием концентрации нефтепродуктов в воде снижается количество доминирующих видов и величина индекса  $Q_{В/Т}$  (рис. 2).

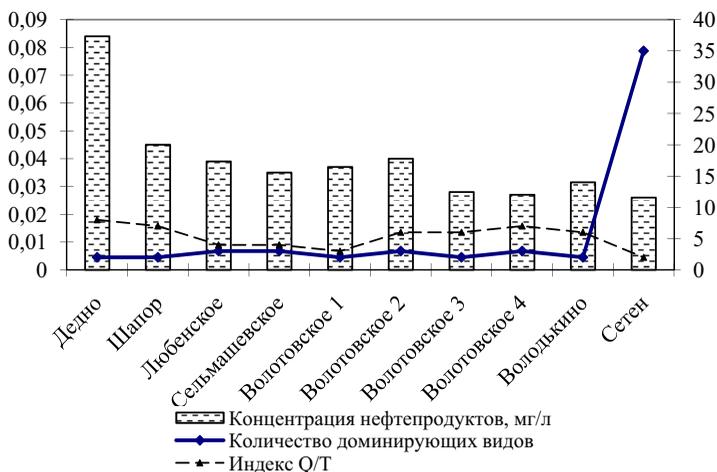


Рис. 2. Изменение индикационных характеристик зоопланктона озер в зависимости от концентрации нефтепродуктов

Аналогичные данные получены и при сопоставлении индикационных характеристик зоопланктона озер с другими гидрохимическими показателями.

Таким образом, показатели таксономической структуры зоопланктона согласуются с гидрохимическими данными и отражают антропогенную нагрузку на исследуемые озера. Изученные структурные показатели сообществ зоопланктона характеризуют трофический статус озер, подверженных выраженному антропогенному воздействию, как довольно высокий.

**Е.Ю. Колмогорова**

Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово

### **РЕАКЦИЯ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА**

Решающий вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Кемерово вносит автотранспорт, доля его постоянно растет.

Ответная реакция древесных растений в условиях промышленного загрязнения заключается в изменении элементного состава тканей. Для

ранней диагностики состояния древесных растений могут быть использованы их физиолого-биохимические характеристики, которые более чувствительны к внешним воздействиям.

Целью представленных исследований являлась оценка влияния выбросов автотранспорта на пигментный комплекс исследуемых древесных растений.

Исследования проведены в летний период 2005 года на 4 перекрестках города: ул. Терешковой – пр. Октябрьский, пр. Химиков – ул. Тухачевского, пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская, пр. Кузнецкий – ул. Сибиряков-Гвардейцев. Анализ загрязняющих веществ от автотранспортных потоков на изучаемых перекрестках показал, что наибольшее превышение ПДК отмечено для Pb (в 5,5-5,8 раз), NO<sub>2</sub> (в 4,2-12 раз), CO (в 6,3-7,5 раз), бенз(а)пирена (в 1,84-2,2 раза).

Объектами исследований служили древесные растения, произрастающие в непосредственной близости от локальных очагов загрязнения – *Betula pendula* Roth., *Sorbus sibirica* Hedl., *Syringa vulgaris* L., *Larix sibirica* Ledeb. Возраст исследуемых деревьев составляет 30-40 лет, сирени – 25 лет.

В качестве контрольных служили деревья, произрастающие во внутриквартальных посадках Ленинского района города, который характеризуется самым низким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Содержание хлорофилла *a*, *b*, их суммы, суммы каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом [1].

Проведенные исследования показывают, что у всех исследуемых видов в большей степени снижается содержание хлорофилла *b* по сравнению с хлорофиллом *a*. Это проявляется в том, что отношение хлорофиллов *a/b* увеличивается у исследуемых видов по сравнению с контролем, что свидетельствует о глубоких изменениях в хлорофилл – белковых комплексах мембран хлоропластов под влиянием атмосферного загрязнения (табл.).

Содержание хлорофилла *a* снижается у всех исследуемых видов. Максимальное снижение данного показателя отмечается у лиственницы на 41 %, минимальное – у березы на 26-34 % по сравнению с контролем. Концентрация хлорофилла *b* снижается у березы на 33-43 %, у рябины – на 38-42 %, у сирени – на 37 %, у лиственницы – на 41 % по сравнению с контролем. Сумма хлорофиллов (*a + b*) снижается у всех исследуемых видов в 1,2 -1,5 раза по сравнению с контролем.

Максимальное снижение суммы каротиноидов отмечено у лиственницы – на 44%, минимальное – у рябины на 28-36 % по сравнению с контролем.

Содержание пигментов у растений зависит от места их произрастания. Максимальное снижение данного показателя отмечалось у растений, находящихся на перекрестках пр. Кузнецкий – ул. Сибиряков-Гвардейцев и пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская. Очевидно, это связано с наиболее высокой концентрацией выбросов автотранспорта на этих перекрестках.

Содержание пигментов в листьях и хвое исследуемых видов

Виды	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Хлорофилл ( <i>a + b</i> )	<i>a / b</i>	Сумма каротиноидов
Контроль					
Береза	1,22±0,02	0,93±0,05	2,15±0,05	1,31	0,53±0,05
Рябина	1,16±0,02	0,86±0,04	2,02±0,06	1,35	0,47±0,03
Сирень	1,15±0,03	0,86±0,04	2,01±0,07	1,34	0,50±0,003
Лиственница	1,09±0,03	0,84±0,04	1,93±0,07	1,30	0,45±0,02
пр. Октябрьский – ул. Терешковой					
Рябина	0,82±0,03*	0,53±0,03*	1,35±0,06*	1,55	0,30±0,02*
Береза	0,91±0,04*	0,62±0,03*	1,53±0,08*	1,47	0,37±0,02*
пр. Кузнецкий – ул. Сибиряков-Гвардейцев					
Рябина	0,75±0,02*	0,49±0,02*	1,24±0,05*	1,53	0,34±0,03*
пр. Химиков – ул. Тухачевского					
Береза	0,80±0,04*	0,53±0,02*	1,33±0,06*	1,51	0,29±0,03*
пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская					
Лиственница	0,66±0,03*	0,50±0,03*	1,14±0,06*	1,32	0,25±0,02*
Сирень	0,74±0,02*	0,54±0,02*	1,26±0,04*	1,37	0,26±0,02*

\* отмечены достоверные отличия при  $V = 0,95$

Проведенными исследованиями выявлена видоспецифичность в реакциях пигментного комплекса листового аппарата древесных растений к загрязнению выбросами автотранспорта. По содержанию пигментов исследуемые виды можно расположить в следующей убывающей последовательности: рябина сибирская, береза повислая, сирень обыкновенная, лиственница сибирская.

## Литература

1. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание: учебное пособие. / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – М.: Высш. шк., 1975. – С. 127 – 134.

## В.В. Кругляк, Е.И. Гурьева

Воронежская государственная лесотехническая академия

### МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В 2008 г. В ВОРОНЕЖЕ

Город Воронеж, основанный в 1586 году, во все времена был значительным административным, промышленным центром России, что отражалось на развитии его архитектуры и территориальном росте. Территория Воронежа в пределах городской черты, утвержденной постановлением Совета министров РСФСР № 244 от 14 июля 1990 г., по расчетам Генерального плана составляет 51230 га. Площадь городского поселения Воронежа, по расчетам Генерального плана, составляет 60360 га. В состав городского поселения входят 6 административных районов: 1. Коминтерновский; 2. Центральный; 3. Ленинский; 4. Советский; 5. Левобережный; 6. Железнодорожный (табл. 1).

Таблица 1  
Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г. Воронеж  
(по расчетам опорного Генерального плана)

Наименование насаждений	Районы города						
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Советский	Железнодорожный	Левобережный	Итого
Парки, сады, га	138,6	2,9	6,0	37,8	3,5	53,0	241,8
Скверы, га	32,8	17,5	11,4	14,2	14,5	14,9	105,3
Бульвары, га	15,3	24,6	16,2	19,2	19,2	20,9	115,4
Итого, зеленые насаждения общего пользования	186,7	45,0	33,6	71,2	37,2	88,8	462,5

Исследования проводились в Коминтерновском и Советском районах (табл.2). В 2008 г. было исследовано 30 объектов площадью около 50 га.

Таблица 2

## Объекты исследования

Наименование объекта	адрес	Площадь, га
Советский район		
Сквер «Проспект Патриотов»	пр. Патриотов, 38 в	0,5
Сквер «Защитников Родины»	пос. Придонской, ул. З. Родины, 10 в	0,8
Сквер «примирения и согласия»	ул. Домостроителей, 26 <sup>а</sup>	1,76
Сквер «Космонавтов»	ул. Космонавтов, д. 12-14	0,8
Сквер у Загса	ул. О. Дундича, 23 а	0,12
Сквер «Заполярный»	пос. Придонской, ул. Заполярная	1,5
Коминтерновский район		
Парк «Победы»	ул. Ген. Лизюкова, 42 в	1,05
Лесопарк по ул. 45 стр. дивизии	ул. 45 стр. дивизии	6,93
Сквер «Мемориальный»	Московский пр., 31 в	0,88
Сквер «Привольный»	Московский пр., 42 г	0,16
Сквер «Невский»	ул. В. Невского, 3 в	0,5
Сквер «Брикманский сад»	ул. Транспортная, 5 в	1,14
Сквер «Мирный»	ул. Ген. Лизюкова, 4 д	0,15
Сквер «Электросигнальный»	Московский пр., 7 д	0,51
Сквер «Солнечный»	ул. Солнечная, 7 в	0,95
Сквер «Ратный»	Московский пр., 82 в	0,71
Сквер «Московский»	Московский пр., 29 в	0,7
Роща «Сердце»	ул. Маршала Жукова, 12 в	1,81
Сквер по ул. 9 Января	ул. 9 Января, 294 д	0,86
Сквер «Комсомолец»	ул. Беговая, 96 а	0,51
Сквер «Энергия»	Московский пр.	0,3
Аллея Славы	Московский пр., 82 д	1,17
Бульвар Северного жилого массива	Московский пр.	10,0
Бульвар Лизюкова	ул. Ген. Лизюкова	4,6
Бульвар Жукова	ул. Маршала Жукова	4,0
Бульвар Победы	бульвар Победы	2,7
Бульвар Шишкова	ул. Шишкова	0,7
Бульвар Труда	пр. Труда	2,4
Бульвар 9 Января	ул. 9 Января	1,5
Часть сквера Политехнический	Московский пр., 10-12	0,23

Проведенные исследования показали, что существующий состав древесных растений на многих обследуемых объектах однообразен. Ассортимент представлен в основном *липой мелколистной*, *кленом*

*остролистным, кленом ясенелистным, вязами гладким и приземистым, тополями. Незначительный удельный вес в посадках занимают береза бородавчатая, рябина обыкновенная, конский каштан, ясеня обыкновенный. Насаждения хвойных пород в основном представлены сосной обыкновенной, елью колючей, лиственницей сибирской.*

Основной целью работы стало проведение мониторинга состояния зеленых насаждений как основных компонентов объектов озеленения с точки зрения их общебиологического и ландшафтно-экологического состояния.

По результатам инвентаризации зеленых насаждений объектов исследования от 10 до 28 % деревьев подлежат санитарной рубке. Основные причины: высокая бактериальная зараженность, высокий возрастной состав, который способствует снижению защитных функций пород; крайне неудовлетворительный уход за насаждениями. Большая часть городских зеленых насаждений нуждаются в реконструкции и более тщательном уходе.

Выводы:

1. Природный комплекс г. Воронежа, как совокупность территорий с особым режимом использования земель, выделяется в составе городских территорий с целью сохранения максимально возможной площади экологически эффективных природных и озелененных территорий, составляющих единую эколого-градостроительную планировочную систему и являющихся важным фактором стабилизации и улучшения состояния окружающей среды и микроклимата в городе и отдельных его районах.

2. Озелененные территории являются важной составляющей природного комплекса. В настоящее время система городских зеленых насаждений имеет дисперсный характер: отдельные участки зелени практически не связаны друг с другом, нет озелененных пешеходных связей.

3. Большое средообразующее и средоохранное значение в зонах влияния магистралей имеют сохраняющие устойчивость придомовые посадки, отстоящие на некотором расстоянии от полотна дороги или изолированные от нее ограждениями. Не менее важную экологическую роль для города играют насаждения скверов, бульваров и другие участки озелененных территорий.

4. Следует максимально сохранять зеленые насаждения всех видов пользования на территории городского округа город Воронеж; повышать уровень озелененности территории городского округа город Воронеж за счет озеленения территорий нового строительства, неиспользуемых земель, а также рекреационное использование лесов.

5. Следует создать на территории городского округа город Воронеж системы особо охраняемых природных территорий муниципального значения. Обеспечить населения городского округа город Воронеж зелеными насаждениями общего пользования: для центральных районов – не менее 12,8 м<sup>2</sup> на человека, для нецентральных – не менее 16 м<sup>2</sup> на человека.

### Литература

1. Кругляк, В.В. Урбоэкология и мониторинг среды: [Текст] : учеб. пособие. Ч. 1 / В.В. Кругляк, Н.П. Карташова. – Воронеж: ВГЛТА, 2004. – 71 с.

**И.Н. Ларин, Н.В. Емельянова, Е.А. Лушай, В.А. Жирнов,  
С.М. Захаров**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», г. Саратов

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ БИОМОНИТОРИНГА В СЗЗ И ЗЗМ ОБЪЕКТА УХО пгт. ГОРНЫЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2008 г**

Мониторинг состояния природных экосистем осуществляется на территории ЗЗМ на стадии проектирования, в процессе эксплуатации и вплоть до вывода из эксплуатации объекта УХО. Структура системы мониторинга природных экосистем в районе расположения объекта УХО включает следующие направления: организацию стационарных пунктов контроля (площадок); проведение полевых и лабораторных исследований; накопление и статистический анализ данных; выявление комплекса антропогенных воздействий; передачу данных мониторинга в специализированную экспертно-аналитическую систему для оценки и прогноза экологической ситуации. Объектами мониторинга в СЗЗ и ЗЗМ объектов УХО являются основные типы природных (наземные, водные) экосистем и агроценозов. Система интегрированной оценки экологического состояния природных экосистем должна охватывать основные систематические (бактерии, протисты, грибы, растения, животные) и экологические группы (деревья, кустарники, травы и т.п.) организмов, а также разные уровни организации живых систем (генетический, физиологический, биохимический, морфологический, популяционный и экосистемный).

Мониторинг растительного покрова осуществляется на стационарных площадках в типичных участках луговых, степных, прибрежно-водных фитоценозов вблизи от точек отбора проб почв.

На территории СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО 1202 пгт. Горный Саратовской области на основе биомониторинговых наблюдений в 2008 г. проведена оценка фонового состояния растительного и животного мира района расположения ОУХО. Его описание основывалось на изучении видового разнообразия (флористическом анализе и анализе фауны) и оценке динамических показателей биопродуктивности с использованием данных, полученных в ходе маршрутных учетов и описаний растительности стационарных площадок.

В ходе реализации регламента биомониторинга были выявлены ключевые виды растений и животных.

В *полынно-сизотипчаковой* группе ассоциаций в ЗЗМ и на сопредельных территориях отмечены следующие ассоциации: тырсовая, ковылково-сизотипчаковая, тырсово-ковылково-сизотипчаковая, ковылково-сизотипчаковая. Тырсовая ассоциация отличается доминантом - ковылем Сарептским. Всего в ассоциации выявлено 72 вида, на отдельных участках – 25-31 вид. Эдификаторами ассоциации являются плотнотравные злаки – ковыль Сарептский, типчак сизый. Субэдификаторы - тырса, мятлик луковичный, прутняк простертый, полынь австрийская. Заметную роль в сложении травостоя играют типчак зеленый, тысячелистник благородный, шалфей остепненный.

*Тырсово-сизотипчаковая* ассоциация является довольно обычной в южном Заволжье. В ЗЗМ объекта УХО она встречается на склонах балок различных экспозиций, а также по микропонижениям в микрокомплексах на различных подтипах каштановых средне- и тяжелосуглинистых незасоленных почв.

*Острцовая группа ассоциаций.* В подзоне сизотипчаково-ковыльных степей острец является господствующим растением на корневищной стадии демутации залежей. В данной группе ассоциаций насчитывается до 49 видов, из них 31 вид может входить в злаково-белополынную ассоциацию, что свидетельствует об экологической близости острцовых и злаково-белополынных ассоциаций. Эдификаторами ассоциации являются острец и полынь австрийская. Для ассоциации характерны следующие виды: мятлик луковичный, костер, одуванчик поздний, тысячелистник благородный, типчак сизый.

На дне балок и в пойме р. Сакмы представлена луговая и прибрежно-водная растительность. На исследуемой территории преобладают галофитные варианты лугов. Из злаков в них доминируют овсяница восточная, лисохвост тростниковидный. В меньшем обилии встречаются бодяк съедобный, клевер земляничный, ситник сплюснутый, астра

солончаковая, кермек Гмелина, одуванчик бессарабский, глаукс морской. На галофитных лугах произрастают и типичные луговые виды – полевница гигантская, клевер луговой, пырей ползучий и др.

Характерно, что именно к данным биотопам приурочены обнаруженные на исследуемых площадках виды Красной книги Саратовской области – ячмень Богдана и солодка голая.

Эдификатором прибрежно-водной растительности в исследуемом районе является тростник обыкновенный. Заметные площади также заняты тростниково-рогозовыми ассоциациями. Кроме того, по берегам водоемов встречаются частуха подорожниковая, кипрей волосистый, мята полевая, зюзник возвышенный, мать-и-мачеха обыкновенная.

В водоемах, в том числе в Сакминском водохранилище, произрастает роголистник темно-зеленый и элодея.

Древесная растительность в основном представлена искусственными лесными полесозащитными насаждениями и лесополосами вдоль дорог. Преобладающими древесными породами в них являются вяз мелколистный и ясень зеленый.

Консументы являются наиболее чувствительными к антропогенным факторам компонентами биоты. В связи с этим, анализ фауны сопредельных с объектом УХО территорий представляет собой обязательный компонент в системе биомониторинга. Из постоянных обитателей степных ландшафтов можно назвать зеленую жабу и более редкую остромордую лягушку. Из рептилий в степных местообитаниях была встречена только прыткая ящерица.

Фауна птиц территории ЗЗМ объекта УХО 1202 относительно бедна. К доминирующим видам относятся полевой жаворонок и обыкновенная каменка. К второстепенным, но часто встречающимся видам относятся обыкновенная пустельга, золотистая шурка, каменка-плясунья. Повсеместно обитают грачи, образующие значительные по численности стаи и колонии. К редким видам следует отнести серую куропатку, степную тиркушку, лугового и степного луней.

Млекопитающие зональных степных местообитаний также немногочисленны. К разнотравно-ковыльно-типчаковым степям приурочены малый суслик, хомячок Эверсмanna, рыжеватый суслик, встречается обыкновенная слепушонка, малая лесная мышь, обыкновенная полевка, изредка - домовая мышь.

В сизотипчаково-ромашковых, сизотипчаково-ковыльных и тырсовых степях отмечены рыжеватый суслик, полевка обыкновенная, хомячок Эверсмanna, большой тушканчик; более редки ушастый еж, земляной зайчик.

## Литература

1. Воронов А.Г. Геоботаника / А.Г. Воронов. М.: Изд. Высш. шк., 1973.-384 с.
2. Воронова Л.Д. Использование диких животных в мониторинге загрязнения природных экосистем. / Л.Д. Воронова, А.В.Денисова, И.Г. Пушкарь // Проблемы биологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1985. - Т. 7.- С. 51 – 60.
3. Макгрегор Г. Методы работы с хромосомами животных. / Г. Макгрегор, Дж. Варли. М., 1996. С. 3 - 50.
4. Перевозникова Т.В. Система биологического мониторинга вокруг объектов по уничтожению химического оружия: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Перевозникова. - Саратов, 2007. 24 с.
5. Система экологического мониторинга при уничтожении химического оружия в Саратовской области / под ред. А.Н. Маликова, В.Н. Чуписа. – Саратов: 2002. - 217 с.
6. Состояние животного мира в местах планируемого строительства объектов по уничтожению химического оружия / В.Ю. Ильин [и др.] // Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению. - Пенза, 1999. С. 38-41.
7. Тырнов В. С. Гаплоидия у растений. Научное и прикладное значение / В. С Тырнов. - М.: Наука, 1998. - 53 с.

**Г.В. Лобкова, Н.А. Шилова**

Саратовский государственный технический университет

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ г. САРАТОВА БИОТЕСТИРОВАНИЕМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

О степени загрязнения атмосферного воздуха можно судить по загрязненности атмосферных осадков. Наиболее часто мониторинг проводят в зимнее время года, т.к. снег, обладая высокой сорбционной способностью, связывает существенную часть содержащихся в воздухе загрязнений.

Целью нашей работы была оценка общей токсичности атмосферного воздуха г. Саратова с помощью гидробиологических тест-объектов *Daphnia magna*.

Свежевыпавший снег для экспериментов собирался в марте 2005 – 2007 гг. на территории, расположенной между заводом «Автономные источники тока» и заводом свинцовых аккумуляторов ОАО «Электроисточник». Из талой воды готовилась среда для дафний. В контроле дафнии содержались в отстоянной водопроводной воде. Опыты проводились в трех повторностях.

В качестве тестируемых показателей использовались функциональные характеристики дафний: выживаемость, плодовитость, размер особей и сердцебиение.

В склянки, содержащие воду из растопленного снега, помещали по 10 дафний третьего синхронизированного поколения в возрасте 24 часов. Эксперимент длился 21 сутки при температуре  $+20^{\circ}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  и естественном освещении. Тестируемая среда менялась через 3 суток.

Тестирование проб снега, отобранного в районе завода «Автономные источники тока», показало, что функциональные характеристики ракообразных изменяются в зависимости от места отбора проб. В пробе, взятой в ближайшей к заводу точке, произошла 50% гибель дафний уже на 3 сутки эксперимента. В пробах, взятых на удаленных от завода местах, аналогичная ситуация отмечалась на 8-9 сутки. Полная гибель ракообразных во всех пробах наступила в период с 13 по 20 день эксперимента.

У самок дафний во всех пробах с данного участка наблюдалось либо отсутствие выводковых камер, либо их развитие с сильным отставанием от нормы. Появление второго поколения не происходило. Длина тела дафний в контроле была достоверно больше, чем в любом из вариантов со снеговой водой. Число сердечных сокращений у дафний колебалось в диапазоне от 110-120 до 400 уд/мин (по сравнению с нормой 140 – 160 ударов).

Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии в атмосферном воздухе данного района веществ, негативно влияющих на физиологические функции организма, в том числе и репродуктивные.

Тестирование снега, отобранного на участке между улицами Новоузенской, Клочкова и Большой Садовой, дало следующие результаты: в пробе, взятой у центральных ворот СГТУ, в течение 7 дней наблюдался медленный рост численности дафний, затем произошло резкое ускорение процесса размножения. К 21 суткам эксперимента численность дафний достигла 152 особей.

В остальных пробах количество дафний уменьшалось в течение первых 6-7 дней (в среднем на 77%), затем произошло резкое увеличение числа особей (в среднем до 90 особей). Во всех случаях молодь была представлена самцами. В ходе эксперимента у дафний наблюдались мутации: отсутствие грудных ножек, деформации панциря, отмечен один случай отсутствия глаза. При этом сердцебиение у тест-объектов достигало 407 ударов в минуту.

Тестирование проб, взятых в районе завода ОАО «Электроисточник» позволило выявить высокую токсичность снега, что подтверждается 100% гибелью дафний во всех образцах (всего 16 точек забора) на 2-6 сутки. При этом размеры особей практически не изменились - остались в пределах

1 мм, что в четыре раза меньше нормы. Частота сердечных сокращений в среднем составляла 299 уд/мин.

Проделанная работа показала, что снег как депонирующая среда может извлекать из атмосферного воздуха токсичные вещества, негативно влияющие на выживаемость, рост, размножение, а также частоту сердечных сокращений *Daphnia magna*. Появление в популяциях дафний особей мужского пола можно использовать в качестве критерия оценки чистоты воздушного бассейна. По результатам подобных экспериментов можно судить о степени загрязнения воздуха токсичными веществами и сравнивать загрязнение в разных районах города. Сравнение результатов проведенных экспериментов показал, что снег вблизи завода ОАО «Электроисточник» оказался более токсичным, чем снег из других исследуемых нами участков. Связано это, скорее всего, с разным характером загрязнения атмосферы в этих районах.

### Литература

1 Герасимов Ю.Л. Исследование воздействия воды из растопленного свежесвалившегося снега на дафний (*Daphnia magna* St.) / Ю.Л. Герасимов, Н.В. Масалина, М.Я. Ройтер // Проблемы биоиндикации. – т.1 - №5. – с.173 – 178.

**Т.П. Марчик, Е.А. Лукошко**

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,  
Беларусь

### **АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ И ЗНАЧЕНИЯ PH КАК ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ**

Важной составляющей экологического мониторинга окружающей среды является контроль экологического состояния почв, что особенно актуально для урбанизированных территорий. Интенсивная деятельность человека в пределах крупных городов приводит к значительному и часто необратимому изменению состояния природной среды, в результате чего формируется урбоэкосистема с уничтоженным или сильно измененным почвенным покровом.

Городская почва является биокосной многофазной системой с неперенным участием живых организмов, развивается под действием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы, но антропогенный фактор становится определяющим. Почвы в пределах города обладают рядом специфических свойств, среди которых

повышенная уплотненность, наличие включений строительно-бытового мусора, накопление техногенных веществ и др. [1].

Способность почвы к самоочищению от различных загрязнителей обусловлена в большой степени активностью почвенных ферментов, которая является интегральным показателем функционирования всей почвенной биоты и индикатором состояния почвенной системы [2].

Для оценки экологического состояния почв г. Гродно (Беларусь) нами проведены исследования реакции почвы и ее каталазной активности в районах с различной антропогенной нагрузкой. Образцы почв отбирались с глубины 0 – 15 см (методом конверта) с 5 пробных площадей (ПП): ПП № 1 – лесопарк «Пышки» (условный контроль); ПП № 2 – 50 – 60 м от ОАО «Гродно Азот» (крупное предприятие по выпуску азотных удобрений), ПП № 3 – 2 м от пересечения пр. Космонавтов и ул. Лидской (сильное воздействие автотранспорта); ПП № 4 – 50 м от химико-технологического техникума (урбанозем), ПП № 5 – вблизи ОАО «Комбинат строительных материалов». Реакцию среды определяли потенциометрически, каталазу – газометрическим методом [3].

Большинство выбросов токсических соединений в городскую среду сосредоточивается на поверхности почвы, где происходит их постепенное накопление. Это приводит к изменению химических и физико-химических свойств субстрата. В большинстве случаев реакция среды у городских почв выше, чем у зональных [1].

На протяжении всего периода изучения исследуемые почвы г. Гродно характеризовались нейтральной и щелочной реакцией среды. Реакция водной вытяжки (рН) изменялась в пределах 7,6 – 8,8, солевой (рН<sub>сол</sub>) – 6,7 – 8,1 (таблица). Сезонная динамика этих показателей имеет одинаковую тенденцию, большая стабильность характерна для значений рН<sub>сол</sub>.

Реакция почвы в разных районах г. Гродно в 2007 – 2008 гг.

Номер пробных площадей	Время отбора проб			
	09.07	05.08	06.08	07.08
1	<u>7,79 ± 0,02*</u>	<u>7,63 ± 0,01</u>	<u>7,69 ± 0,01</u>	<u>7,75 ± 0,01</u>
	6,98 ± 0,01	6,69 ± 0,01	6,82 ± 0,01	6,95 ± 0,01
2	<u>7,91 ± 0,01</u>	<u>7,74 ± 0,01</u>	<u>7,75 ± 0,01</u>	<u>7,77 ± 0,01</u>
	7,18 ± 0,02	7,02 ± 0,01	7,04 ± 0,01	7,06 ± 0,01
3	<u>8,29 ± 0,02</u>	<u>8,23 ± 0,01</u>	<u>8,26 ± 0,01</u>	<u>8,28 ± 0,01</u>
	7,39 ± 0,01	7,33 ± 0,01	7,46 ± 0,01	7,58 ± 0,01
4	<u>8,64 ± 0,02</u>	<u>7,44 ± 0,01</u>	<u>8,28 ± 0,01</u>	<u>8,51 ± 0,02</u>
	7,99 ± 0,01	8,05 ± 0,01	7,46 ± 0,01	7,48 ± 0,01
5	<u>8,78 ± 0,01</u>	<u>8,58 ± 0,02</u>	<u>8,80 ± 0,02</u>	<u>8,88 ± 0,02</u>
	8,08 ± 0,02	7,95 ± 0,01	8,10 ± 0,06	8,13 ± 0,02

\*– над чертой – рН, под чертой – рН<sub>сол</sub>

Минимальное значение реакции почвенной вытяжки отмечено для условного контроля, которое приближается к реакции типичных для Беларуси дерново-подзолистых почв ( $pH_{\text{сол}} = 4,5 - 6,5$ ). Для остальных изученных ПП характерен сдвиг pH в щелочную область с максимумом на ПП № 5. Высокую щелочность городских почв большинство исследователей связывает с попаданием в них через дренажные воды и поверхностный сток солей, которыми посыпают тротуары и дороги, а также освобождением кальция под действием осадков из различных обломков, строительного мусора, кирпича и др., имеющих щелочную реакцию. Максимальная pH ПП № 5 обусловлена также выбросами цементной пыли, в химическом составе которых содержатся CaO, MgO,  $Na_2O + K_2O$ . Как известно, повышение кислотности до нейтральных значений благоприятно для роста большинства растений и деятельности почвенной биоты. Однако дальнейшее подщелачивание может привести к образованию труднорастворимых форм многих элементов и ухудшению свойств почвы.

Интенсивность протекания биохимических окислительных процессов в почве г. Гродно выявляли с помощью активности каталазы, которая является не только внутриклеточным ферментом. Попадая в почву, она иммобилизуется, накапливается и длительно сохраняется в почве, что позволяет использовать каталазную активность для энзиматической диагностики почвенных разностей и антропогенного прессинга [2].

Изучение ферментативной активности почв г. Гродно позволило выявить следующие закономерности: 1) динамика активности каталазы на условно-контрольной ПП совпадает с таковой на ПП зон промышленного загрязнения; 2) активность каталазы в почве условного контроля в течение всего периода исследования достоверно выше (на 21 – 66 %) промышленных зон (рис. 1); 3) каталазная активность изменялась от 1,0 до 4,9  $см^2 O_2$  за 1 мин/г в.-с. почвы, что позволяет отнести изученные почвы к бедным (ПП № 2 – 5) и среднеобогаченным (ПП № 1) [3].

На основании результатов кластерного анализа по ферментативной активности (рис. 2) выявлено, что наибольшей техногенной нагрузке подвергаются почвы ПП № 3 – 5, менее трансформированы почвы ПП № 2.

Таким образом, техногенное воздействие на городские почвы приводит к изменению естественной реакции среды и снижает каталазную активность почв, что позволяет использовать изученные показатели для оценки состояния почвенных экосистем на фоне постоянной антропогенной нагрузки и рекомендовать включение ферментативной активности в показатели почвенно-экологического мониторинга.

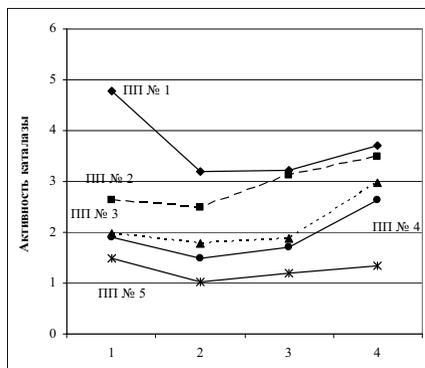


Рис. 1. Динамика каталазной активности почв г. Гродно

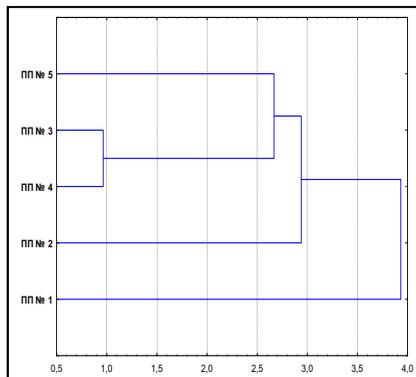


Рис. 2. Группировка почв г. Гродно по активности каталазы.

## Литература

1. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. учеб. пособие / М.И Герасимова и др., под ред. Г.В. Добровольского. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
2. Гельцер, Ю.Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях / Ю.Г. Гельцер // Почвоведение. – 1990. – № 9. – С. 47–60.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / Д.Г. Звягинцев и др.; под ред. Д.Г. Звягинцева. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

**Н.С. Метельская<sup>1</sup>, В.П. Кабашников<sup>1</sup>, О.С. Залыгина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Государственное научное учреждение «Институт физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

<sup>2</sup> Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск

## ОПТИЧЕСКИЙ ГАЗОФИЛЬТРОВЫЙ МЕТОД В КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

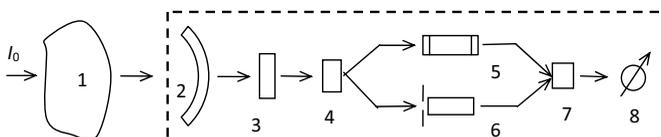
Основными веществами, загрязняющими атмосферу, являются оксиды углерода, серы, азота, углеводороды и аэрозоли. Наибольший объем выбросов приходится на первые три. Все они отрицательно воздействуют на здоровье человека. Диоксид азота принимает участие в

образовании фотохимического смога. Взаимодействие оксидов азота и серы с водяным паром в тропосфере ведет к выпадению кислотных дождей.

Одним из относительно простых и надежных методов измерения общего содержания газообразных загрязняющих веществ является газодиффузионный метод (метод недисперсионной корреляционной спектроскопии) [1–3]. Он может использоваться как в локальных, так и в дистанционных измерениях.

Блок-схема классического устройства, реализующего метод недисперсионной корреляционной спектроскопии, приведена на рисунке.

Зондирующее излучение  $I_0$  пропускают через исследуемую смесь газов 1, входную оптику радиометра 2 и фильтр 3, выделяющий полосу поглощения искомого газа. С помощью модулирующего устройства 4 излучение разделяют на два потока и пропускают поочередно через корреляционную кювету 5 с известным количеством того же газа, что и подлежащий измерению, и через нейтральный ослабитель 6. Потoki излучения  $H_k$  (прошедший через корреляционную кювету) и  $H_n$  (прошедший через нейтральный ослабитель) фокусируют на приемнике излучения 7. Электронная система обработки 8 формирует на выходе сигналы, значения которых пропорциональны разности потоков  $H_1 \equiv H_k - H_n$  и их сумме  $H_2 \equiv H_k + H_n$  соответственно. На устройство индикации выводят значение  $Q = H_1 / H_2$ .



Блок-схема газодиффузионного корреляционного радиометра

$I_0$  – зондирующее излучение; 1 – облако исследуемой газообразной смеси; 2 – входная оптика радиометра; 3 – оптический фильтр, выделяющий полосу поглощения искомого газа; 4 – модулирующее устройство; 5 – корреляционная кювета (газовый фильтр); 6 – нейтральный ослабитель; 7 – приемник излучения; 8 – электронная система обработки

В условиях заведомого отсутствия определяемого газа проводят балансировку: пропускание нейтрального ослабителя подбирают таким, чтобы интегральный поток излучения  $H_k$ , сравнялся с интегральным потоком излучения  $H_n$ . Градуировку проводят путем измерения значений выходного сигнала при различных значениях поглощающей массы газа в калибровочной кювете с известным содержанием определяемого газа, помещенной между источником излучения и входом устройства. После

проведения градуировки калибровочную кювету удаляют. При проведении измерения значению выходного сигнала  $Q$  с помощью градуировочной кривой ставят в соответствие значение поглощающей массы определяемого газа между источником излучения и входом радиометра.

Газофилтровый метод обладает высокой чувствительностью. При определении содержания газов, имеющих линейчатый спектр поглощения, метод обладает высокой избирательностью по отношению к посторонним примесям, полосы поглощения которых перекрываются с полосой поглощения определяемого газа.

Оксид углерода и метан, относящиеся к основным загрязнителям воздуха, имеют полосы поглощения со слабо перекрывающимися колебательно-вращательными линиями. В настоящее время разработаны газофилтровые корреляционные радиометры для измерения общего содержания CO и CH<sub>4</sub> [1–3].

Предпринимались попытки применить газофилтровый метод для измерения общего содержания SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> [4–6]. Диоксид серы имеет полосы поглощения в ИК области с центрами около 4,0; 7,3 и 8,7 мкм. Вращательная структура этих полос выражена очень слабо [7]. Спектры поглощения SO<sub>2</sub> в УФ области и NO<sub>2</sub> в видимой области представляют собой серии относительно широких электронно-колебательных полос с неразличимыми электронно-колебательно-вращательными линиями [8]. Это ведет к значительному падению избирательности метода при измерении содержания SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> в смеси газов с перекрывающимися полосами поглощения. Основными мешающими примесями для SO<sub>2</sub> в ИК области являются вода, метан, закись азота и озон, в УФ области и видимой для NO<sub>2</sub> – озон.

Нами разработаны способы, позволяющие значительно улучшить избирательность газофилтрового метода при измерении содержания SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. Применение оптического фильтра, выделяющего определенным образом рабочий интервал длин волн, обеспечивает минимизацию спектральных помех, вызванных поглощением озона в УФ и видимой областях без снижения чувствительности и диапазона измеряемых поглощающих масс SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. Для повышения точности измерений предлагается метод учета влияния мешающих примесей. Предлагается использовать не один рабочий спектральный интервал, а  $n$  спектральных интервалов – столько же, сколько мешающих примесей могут содержаться в исследуемой смеси и полосы поглощения которых перекрываются с полосой поглощения определяемого газа. Для этого вместо одного оптического фильтра 3 на рисунке поочередно используют  $n$  оптических фильтров, полосы пропускания которых отличаются друг от друга по частоте на величину, достаточно малую, чтобы каждый рабочий спектральный интервал включал полосу поглощения определяемого газа, и

достаточно большую, чтобы интегральный коэффициент поглощения определяемого газа был различным для различных рабочих спектральных интервалов.

Результаты проведенного компьютерного моделирования показали, что применение разработанных способов позволяет в несколько раз повысить помехоустойчивость газофилтрового метода и дает возможность использовать газофилтровый метод для измерения общего содержания диоксида серы и диоксида азота в атмосфере промышленных районов на уровне ПДК и выше с погрешностью до 30 %.

### Литература

1 Davies, J.H. Gaseous correlation spectrometric measurements / J.H. Davies, A.R. Barringer // *Optical and Laser Remote Sensing* / Ed. by D.K. Killinger and A. Mooradian. – Berlin: Springer-Verlag, 1983. – P. 90–96.

2 Tolton, B.T. Measurements of the atmospheric carbon monoxide column with a ground-based length-modulator radiometer / B.T. Tolton, J.R. Drummond // *Appl. Opt.* – 1999. – Vol. 38, № 10. – P. 1897–1909.

3 Баландин, С.Ф. Анализ возможности применения метода корреляции газовых светофильтров для измерения содержания метана в атмосфере со спутника / С.Ф. Баландин, С.А. Старновский, С.А. Шишигин // *Оптика атмосферы и океана.* – 2008. – Т.21, № 10. – С. 897–901.

4 Laurent, J. Radiometre a modulation selective pour la detection a distance de pollutants gazeux / J. Laurent // *Mesure regulation automatisme.* – 1977. – Vol. 7. – P. 39–45.

5 Николаев, А.Н. Метрологические характеристики корреляционного недисперсионного радиометра с газовыми фильтрами / А.Н. Николаев // *Дистанционный мониторинг загрязнения атмосферы и выбросов: тр. / Ин-т прикл. геофизики.* – М.: Гидрометеоиздат, 1991. – Вып. 78. – С. 68–80.

6 Баландин, С.Ф. Исследование распределения относительной погонной концентрации NO<sub>2</sub> вблизи крупного промышленного центра / С.Ф. Баландин // *Оптика атмосферы и океана.* – 2005. – Т.18, № 11. – С. 999–1006.

7 Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cfa.harvard.edu/HITRAN/>

8 Institute of Inveronmental Physics [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.iup.physik.uni-bremen.de>

## В.П. Наумкин

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В настоящее время во многих зарубежных странах для контроля загрязнения окружающей природной среды используются пчелы и продукты пчеловодства. Это направление исследований получило название экологическая апиология, или апииндикация.

Установлено, что как для пчел, так и для человеческого организма вреден мед, собранный в местах, расположенных по соседству с заводами, автострадами, рудниками, шахтами, свалками, ядерными полигонами и пр. Его можно использовать лишь в качестве показателя степени загрязненности окружающей среды.

В изученной литературе мы не нашли сведений о минеральном составе и питательной ценности медов, собранных в Орловской области. В связи с этим поставили задачу изучить макро- и микроэлементный состав зольной части медов из различных районов области и установить зависимость его от географических комплексов.

Мед для исследований отобрали с пасек десяти районов Орловской области: Верховского, Залогощенского, Колпнянского, Кромского, Мценского, Малоархангельского, Орловского, Хотынецкого, Новодеревеньковского и Урицкого.

Во всех анализируемых образцах меда с пасек различных районов области обнаружено 20 элементов периодической системы Д.И. Менделеева: марганец, свинец, олово, галлий, хром, медь, цинк, серебро, титан, железо, кальций, магний, кремний, алюминий в количестве  $2 \times 10^{-2}$ – $7 \times 10^{-6}$  %; висмут, молибден, индий, кадмий, кобальт, таллий — менее  $3 \times 10^{-6}$  %. Во всех изученных образцах меда наблюдается повышение содержания элементов кальция (до  $5 \times 10^{-2}$  %) и магния (до  $4 \times 10^{-3}$  %), это, вероятно, объясняется тем, что территория Орловской области покрыта большим слоем пород девонской системы, представленных известняками и доломитами.

Интересная зависимость наблюдается между содержанием алюминия и кремния в меде и месторождениями глин (алюмосиликатов). Самым высоким содержанием указанных выше элементов характеризовались меды с пасек Урицкого и Мценского районов, богатых залежами юрских глин.

Особенно интересным представляется содержание алюминия в изученных образцах меда. Оказалось, что мед, взятый с пасек Мценского

района, который идентичен по географическим условиям Урицкому району, содержит самое высокое количество алюминия —  $1 \times 10^{-3} \%$ . В медах, полученных из других районов, этот показатель колебался от  $2 \times 10^{-4}$  до  $7 \times 10^{-5} \%$ . Вероятно, высокое содержание алюминия в меде Мценского района объясняется расположением на его территории завода вторичного алюминиевого литья.

Образцы меда с пасек Урицкого, Кромского, Мценского районов, расположенных вблизи автостреды Москва - Симферополь, характеризовались повышенным содержанием свинца ( $1 \times 10^{-5} \%$ ), тогда как в других образцах содержание этого элемента колебалось в пределах  $7 \times 10^{-6}$  -  $3 \times 10^{-6} \%$ .

Мед из Орловской области характеризуется сравнительно высоким и постоянным содержанием железа ( $2 \times 10^{-4}$  до  $4 \times 10^{-4} \%$ ). Это, вероятно, объясняется тем, что на территории Орловской области находится Курская магнитная аномалия.

Сравнение элементного состава медов Орловской области с медами других районов нашей страны показывает, что во всех образцах присутствуют такие широко распространенные в земной коре элементы, как кремний, алюминий, магний, кальций, железо, медь, свинец, марганец. Однако наблюдаются и различия, что связано с районами медосбора. Например, в медах Орловской области обнаружены висмут, олово, кадмий, таллий, которые отсутствуют в аналогичном продукте из Тульской области.

Содержание азота протеина (из расчета на абсолютно сухое вещество) в проанализированных образцах орловских медов колеблется от 0,4 до 1,0%. Во всех медах определено 17 аминокислот. Количественное содержание их значительно варьирует. Так, в большом количестве обнаружены лейцин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, пролин, валин, изолейцин; содержание аланина, фенилаланина, тирозина, глицина, треонина, серина, лизина было также значительным, установлено максимальное количество гистидина, аргинина, метионина, однако в отдельных образцах обнаружены лишь следы их присутствия.

Данные показывают, что образцы медов, взятые с пасек в сельской местности, по содержанию аминокислот значительно превосходят образцы, взятые с пасек, расположенных в черте города: аргинина – в 1,6 раза, аспарагиновой кислоты – в 3,2, треонина – в 3,8, серина – в 2,8, глутаминовой кислоты – в 2,9, пролина – в 1,8, глицина – в 3,6, аланина – в 3,1, валина – в 3,6, лейцина – в 4,4, изолейцина – в 3,7, тирозина – в 5,1, фенилаланина – в 4,1 раза. Метионин и гистидин в образцах городских медов обнаружены только в виде следов.

Таким образом, нами установлен как макро- и микроэлементный состав меда различных районов Орловской области, так и его

аминокислотный состав. Выявлена зависимость элементного состава меда от географических условий района и загрязнения окружающей среды отходами промышленных предприятий и автомобильного транспорта.

**О.В. Пендерецкий, Я.М. Дрогомирецкий, Я.С. Коробейникова,  
Г.Е. Долгопола**

Ивано-Франковский национальный технический университет  
нефти и газа, Украина

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДОМ НЕЙРОСЕТЕЙ**

Развитие экологически безопасных и экономически эффективных отраслей народно-хозяйственного комплекса рассматривают как основу устойчивого развития территорий. Такой в Карпатском регионе Украины считают рекреационно-туристическую отрасль, условия развития которой в последние годы имеет противоречивый характер, что создает немало проблем, в первую очередь, экологических и экономических.

Важнейшим фактором развития рекреационно-туристической отрасли является экологическая безопасность территории. Поэтому главным критерием соответствия территории в процессе планирования рекреационной отрасли является благоприятная экологическая ситуация.

Оценка экологической ситуации рекреационных территорий позволяет определить зоны с разной степенью допустимых изменений природных ландшафтов. Экологическое зонирование позволяет разделить рекреационное пространство на зоны с разной степенью рекреационной природоохранной, научной и эстетичной ценности, определив ландшафты интенсивного и экстенсивного использования.

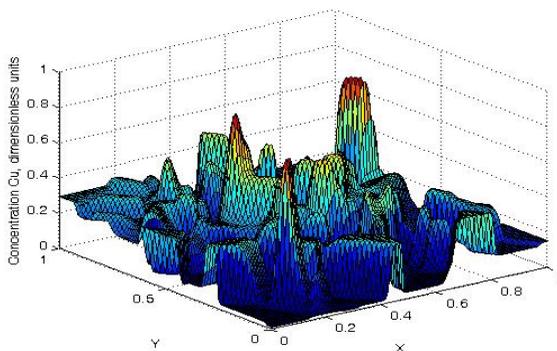
Оценить количественно загрязнение компонентов окружающей среды, то есть определить их экологическое состояние можно, анализируя геохимические коэффициенты, или суммарные показатели загрязнения. Процесс оценки современного экологического состояния завершается составлением целого комплекса компьютерных (электронных) эколого-техно-геохимических карт как по отдельным элементам-загрязнителям, так и синтетической (интегральной) карты [1].

Предлагается методика исследований на основе теории нейросети, так как предыдущие картографические модели с использованием математического обеспечения MAP-INFO, ПАРК и др. не всегда могут учитывать аномальные точки по всей территории между изолиниями концентраций, что является очень важным для прогноза экологического

состояния существующих или предполагаемых рекреационных территорий.

Анализ существующих способов аппроксимации – метода наименьших квадратов [2], группового учета аргументов [3] и с помощью нейросети [4] показал, что наибольшего внимания заслуживает способ функционального приближения к зависимости с использованием теории нейросети. В результате такого анализа установлено, что наилучшей является обобщенная нейросеть, которая принадлежит к классу регрессионных радиальных нейросетей.

На примере анализа концентраций меди в почвах Прикарпатья разработана методика оценки экологической ситуации на основе нейросетей (рисунок).



Картографическое моделирование содержания меди в почвах Прикарпатья

Для получения результатов аппроксимации зависимости с помощью радиальной нейросети, необходимо на вход сети подать координаты точек отбора проб, которые были приведены к безразмерным величинам с помощью формул:

$$x_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad y_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}, \quad (1), (2)$$

где  $X_i, Y_i$  - координаты  $i$ -той пробы,  $i = \overline{1, N}$ ,  $N$  - количество проб отбора;

$X_{\min}, Y_{\min}$  - минимальные значения координат  $X_i$  и  $Y_i$ ;

$X_{\max}, Y_{\max}$  - максимальные значения координат  $X_i$  и  $Y_i$ .

Как последовательность, использовалось ограниченное количество значений концентраций веществ в окружающей среде, определяемое на основе результатов анализа проб с координатами  $X_i, Y_i$ . Величины  $C_{Cu}^{(i)}$ , также были приведены к безразмерному виду:

$$z_i = \frac{C_{Cu}^{(i)} - C_{Cu}^{(min)}}{C_{Cu}^{(max)} - C_{Cu}^{(min)}} \quad (3)$$

Последним этапом построения модели является проверка ее на адекватность и пригодность для решения задачи на основании исходных результатов. Как критерий адекватности использован коэффициент корреляции [5]:

$$K_{zz} = \frac{\sum_{i=1}^N z_i^* z_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (z_i^*)^2 \sum_{i=1}^N z_i^2}} \quad (4)$$

где  $z_i^*$ ,  $z_i$  - получены и действительные значения концентраций меди (в относительных единицах) в  $i$  - той точке.

Обобщенная радиальная нейросеть дает возможность определить концентрации элементов в любой точке исследуемого района. Для этого необходимо по карте местности определить ее координаты и по формулам вычислить безразмерные значения координат  $X_i$  и  $Y_i$ , которые являются входом нейросети. На ее выходе получим концентрации элементов  $z_i^*$  в безразмерных единицах. По формуле (5) определяем концентрацию элементов в размерных единицах :

$$C_{Cu}^{(i)} = C_{Cu}^{(min)} + z_i^* (C_{Cu}^{(max)} - C_{Cu}^{(min)}) \quad (5)$$

Разработанный метод оценки содержания элементов в компонентах окружающей среды дает возможность автоматизировать процесс картографического моделирования путем построения действительных значений изолиний концентраций, а не их средних значений. При этом количество таких линий не ограничено. Это дает возможность получить более точные, а значит и более объективные карты экологической ситуации.

Туристические проекты, которые реализуются сейчас в Украине, в основном не имеют должного эколого-экономического обоснования. Таким образом, необходимы комплексные проекты развития рекреации в рекреационных зонах, которые бы учитывали природно-ресурсный потенциал, социально-экономические, экологические, историко-культурные аспекты ее развития.

## Литература

1. Пендерещкий О.В. Экология Галицкого района / О.В. Пендерещкий. – Ивано-Франковск: Нова зоря, 2004. – 196 с.
2. Ермаков С.М. Математическая теория оптимального эксперимента / С.М.Ермакова, А.А. Жиглявский. – М.: Наука, 1987. – 320 с.

3. Справочник по типовым программам моделирования / А.Г. Ивахненко, Ю.В. Коппа, В.С. Степашко и др.; под ред. А.Г. Ивахненко. – К.: Техника, 1980. – 184 с.
4. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382 с.

### **И.Ю. Петухова**

Управление по технологическому и экологическому надзору  
Ростехнадзора по Кировской области, г.Киров

## **МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВОКРУГ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Проблема обеспечения экологической безопасности является закономерным следствием изучения изменений в окружающей среде, которые наблюдаются под воздействием хозяйственной деятельности человека, в т.ч. в результате деятельности промышленных предприятий.

На территории Кировской области зарегистрированы порядка 11 тысяч производственных объектов. Из них около 3 тысяч отнесены к опасным производственным объектам. Отнесение к опасным производственным объектам осуществляется на основании признаков опасности в соответствии с Методическими рекомендациями по осуществлению идентификации опасных производственных объектов.

В реестре опасных производственных объектов зарегистрированы предприятия, представленные следующими отраслями промышленности: энергетическая; черная металлургия; машиностроение и металлообработка; химическая и нефтехимическая; производство стройматериалов; деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная; легкая; сельское хозяйство.

Среди городской агломерации г.Киров – г.Кирово-Чепецк можно выделить наиболее опасные промышленные предприятия (по воздействию на окружающую среду): ООО «Кировский Биохимзавод», ТЭЦ-1,3,4,5 ОАО «Кировэнерго», ОАО «Кировский завод по обработке цветных металлов», ОАО «Шинный комплекс «Амтел-Поволжье», ОАО «Искож», ОАО «Электромашиностроительный завод «ЛЕПСЕ», ОАО «КЧХК», ООО «Завод полимеров КЧХК», ЗАО «Завод минеральных удобрений КЧХК». Перечисленные предприятия являются основными источниками, вносящими максимальный вклад в загрязнение окружающей среды. В результате производственной деятельности для данных предприятий характерно образование специфических загрязняющих веществ:

- поступающих в атмосферный воздух (азотная кислота; амины алифатические C15-C20; аммиак и его производные; ацетон; соединения железа, калия, стронция, хрома, фосфора; метан; серная кислота; сероводород; ароматические углеводороды и др.);

- сбрасываемых со сточными водами (цинк, никель, марганец, хром (+3), хром (+6), кадмий, магний, кальций, натрий, алюминий, медь, железо, свинец, ртуть (все формы), стронций, фториды, сульфаты, хлораль, хлороформ, перхлорэтилен);

- в производственных отходах (отработанные катализаторы и контактные массы, отходы процессов синтеза, шламы и эмульсии полимерных материалов, твердые резиновые отходы, шламы нефти и нефтепродуктов, отходы затвердевших пластмасс, минеральные шламы, лабораторные отходы, цинк и медьсодержащие отходы, металлургические шлаки и пыль, отходы оксидов и гидроксидов и т.д.).

Для большинства опасных производственных объектов на территории Кировской области установлены нормативы допустимых воздействий на окружающую среду. Контроль за соблюдением нормативов качества окружающей среды на опасных объектах обеспечивается различными методами. Как правило, в системе мониторинга существуют стационарные посты наблюдений или стационарные измерительные лаборатории, оснащенные датчиками порогового типа, посредством которых проводится сбор информации о воздействиях различных факторов на состояние окружающей среды. Однако, с другой стороны, любой опасный производственный объект должен рассматриваться как потенциально опасный источник воздействия на состояние окружающей среды, исходя из вероятности возникновения аварийной ситуации и возможного при этом масштаба ущерба [1].

Кроме того, для региона, в связи с участившимися случаями возникновения аварийных ситуаций на опасных объектах, одной из первоочередных экологических проблем является организация оперативного контроля поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов загрязненных сточных вод в водные объекты и образования токсичных производственных отходов на данных предприятиях. Говоря об обеспечении экологической безопасности на таких объектах, наибольшую ценность представляют методы контроля качества окружающей среды, методы системного анализа, системной динамики, моделирования и прогноза. Реализация данных методов на опасных производственных объектах вполне возможна при наличии организованного мониторинга за состоянием окружающей среды, одной из основных задач которого является прогноз возможного возникновения аварийной ситуации и оценка ее последствий.

Целесообразно в системе мониторинга вокруг опасных производственных объектов использовать мобильные аналитические лаборатории. Таким образом, речь идет о создании системы аварийного мониторинга на опасных объектах. Создание такой системы относится к мероприятиям, направленным на снижение масштаба аварии и размера ущерба. В функции аварийного мониторинга входит предупреждение о сверхнормативном загрязнении окружающей среды, а в случае аварии на объекте - измерение содержания в средах загрязняющих и наиболее опасных для природных экосистем веществ, определение протяженности пострадавшей территории, анализ и прогноз факторов воздействия, а также рекомендации по защитным мероприятиям [2].

Создание системы аварийного мониторинга можно разделить на 3 этапа:

**Первый этап – организационный.** Установка дополнительных постов наблюдения. Такие посты устанавливаются как на территории предприятия, на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами в населенных пунктах, находящихся в зоне влияния объекта. От характера опасности объекта и особенностей местности зависят количество постов и их оснащение, а также оснащение и состав мобильных или стационарных лабораторий.

**Второй этап – информационный.** В ходе контроля за качеством окружающей среды около опасных производственных объектов, проводится выявление факторов, угрожающих природным экосистемам, а также установление источников загрязнения.

**Третий этап – аналитико-прогнозный.** Оценка вкладов источников загрязнения и предупреждение резкого изменения уровня загрязнения обеспечивается за счет создания моделей и прогнозов при учете систематических данных. На этапе прогноза развития событий по той или иной схеме возможны анализ и оценка возникающих экологических рисков. Применительно к опасным производственным объектам экологический риск – это возможность возникновения неблагоприятных экологических последствий, вызванных техногенными факторами (пуско-наладочные работы, работа в сверхустановленном режиме, аварийные ситуации).

Получив полную картину воздействия опасного производственного объекта на окружающую среду с возможными вариантами его реализации и оценкой последствий воздействия, можно говорить о создании некой модели, повышающей эффективность управления качеством окружающей среды на предприятии. Мы считаем, что для каждого опасного производственного объекта должна быть разработана и внедрена система аварийного мониторинга, что, в свою очередь, позволит обеспечивать экологическую безопасность такого объекта.

## Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997г. №116-ФЗ.

2. Челюканов В.В. Об организации мониторинга загрязнения окружающей среды вокруг опасных производственных объектов / В.В. Челюканов, В.М. Шершаков, В.Г. Булгаков. // Экология производства.-2006.-№6.-С.17-22

**Т.И. Прожорина, Н.А. Шилкина**

Воронежский государственный университет

### **СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Хранителем информации об атмосферных выпадениях, характеризующих современный уровень состояния атмосферы воздуха, является снежный покров. В зимнее время снежный покров выступает в роли сезонного концентратора элементов, поступивших воздушным путем. До весеннего миграционного цикла они оказываются законсервированными в толще снежного покрова. Следовательно, анализ снега позволяет ориентировочно определить качественный и количественный состав будущих мигрантов для различных ландшафтов.

Техногенная геохимическая трансформация городской среды зависит от видов преобладающих производств и конкретной ландшафтной ситуации. Основные поллютанты (пыль, сульфатные и гидрокарбонатные ионы, кальций, хлор, фтор, минеральные формы азота и фосфора, фенолы, формальдегид, полициклические ароматические углеводороды, радионуклиды, полихлорбифенилы, пестициды, диоксины) загрязняют городскую среду, но их распределение в снежном покрове городов практически не изучено.

В условиях крупных городов со сложной промышленно-селитебной застройкой ограниченное число стационарных постов не позволяет получить достоверную информацию о пространственном распределении загрязняющих веществ на всей территории.

Отбор проб снежного покрова прост, не требует сложного оборудования. Всего лишь одна проба по всей толщине снега дает предварительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы. Суммарная проба всех снегопадов усредняет все загрязнения как по направлению среза, так и по времени. В этом есть существенное преимущество, так как эта проба наиболее близка к среднему уровню загрязнению атмосферы в

данном районе за период формирования снежного покрова до времени отбора пробы.

Цель данной работы заключалась в оценке загрязненности атмосферного воздуха изучаемых территорий г. Воронежа по результатам исследований химического состава снежного покрова в начале и конце зимы.

Используя обильные снегопады, пробы свежеснегоснега отбирали в начале зимы (26.12.2007 г.), а старого «лежалого» снега – в конце зимы (26.02.2008 г.) в период, непосредственно предшествующий началу снеготаяния.

Для отбора снежных проб были выбраны две городских зоны с различной степенью загрязнения атмосферы (табл. 1).

Таблица 1

Точки отбора снежных проб

№ точки отбора пробы	Наименование городской зоны	Характеристика места отбора пробы
1	жилая зона (старая застройка)	ул. Шишкова, д. 65 (двор)
2	транспортная зона	пересечение ул. Московский проспект и ул. Хользунова

Отбор проб проводился пластиковой трубкой площадью сечения 78,5 см<sup>2</sup> и длиной 30 см. В месте отбора пробы трубу врезали на всю толщину снежного покрова до поверхности земли, после чего трубку из снега вынимали, поддерживая снизу пластмассовой лопаткой. Нижнюю часть трубки тщательно очищали от частиц грунта. Отобранные пробы из трубки высыпали в пронумерованные полиэтиленовые пакеты, далее пересыпали в чистую посуду для таяния.

Пробы снега растапливали при комнатной температуре, талую воду отфильтровали. При анализе снежного покрова исследовали обе фазы: по осадку, полученному на фильтре, определяли количество взвешенных частиц в отобранной пробе, а в фильтрате определяли следующие ингредиенты: рН, минерализацию, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Макрокомпоненты определяли титриметрическим и расчетным методами, а рН и минерализацию с помощью портативных приборов (рН-метр и солемер).

Общий химический анализ снеговой воды, представленный в таблице 2, проводился в учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии и геоэкологии Воронежского госуниверситета.

Из полученных данных видно, что наибольшее количество взвешенных частиц наблюдается в снежной пробе, отобранной в

транспортной зоне. Поступление больших количеств пыли в окружающую среду приводит к техногенной трансформации химического состава снега. В частности, наблюдаются слабощелочная реакция снеговых вод (до  $pH=7,5$ ) и увеличение содержания кальция, магния, гидрокарбонат-ионов за счет растворения техногенных карбонатов, содержащихся в пыли.

В жилой зоне, огороженной со всех сторон домами, влияние источников загрязнения снежного покрова значительно уменьшается, поэтому концентрация пыли в свежеснежавшем снеге падает более, чем в 4 раза, и соответственно уменьшается содержание основных макрокомпонентов.

Несмотря на то, что содержания взвешенных веществ в пробах «лежалого» снега в жилой и транспортной зонах близки по значению, в последней наблюдается увеличение содержания кальция (от 8,4 до 13,8 мг/л), гидрокарбонатов (от 24,6 до 40,9 мг/л), хлоридов (от 20,9 до 34,8 мг/л). Это можно объяснить увеличением количества выбросов от автотранспорта.

Таблица 2

Химический состав проб снежного покрова

Ингредиенты	Свежеснежавший снег		Старый снег	
	Жилая зона	Транспортная зона	Жилая зона	Транспортная зона
pH	7,5	7,4	7,5	7,4
минерализация, мг/л	16	66	48	123
взвешенные вещества, мг/л	60	257	707,95	626,24
Общая жесткость, мг-экв/л	0,5	0,9	0,6	1,0
$Ca^{2+}$ , мг/л	4,9	8,5	8,4	13,8
$Mg^{2+}$ , мг/л	2,0	6,0	2,4	2,4
$HCO_3^-$ , мг/л	17,6	35,2	24,6	40,9
$SO_4^{2-}$ , мг/л	32	34	47,0	41,5
Cl <sup>-</sup> , мг/л	14,2	35,5	20,9	34,8

По результатам химического состава свежеснежавшего и «лежалого» снега, отобранного в исследуемых зонах г. Воронежа, можно сделать следующие выводы:

1. Повышение концентраций загрязняющих веществ в снежном покрове в течение всего зимнего периода свидетельствует о степени загрязненности атмосферного воздуха г. Воронежа.

2. Реакция среды, величина минерализации и количество взвешенных веществ снеговых вод характеризуют интенсивность

техногенного пресса на городскую среду, а состав талых вод указывает на характер ее загрязнения.

3. По сравнению с жилой зоной более загрязненным исследуемым участком города является транспортная зона вблизи крупной автомагистрали (ул. Московский проспект).

**О.Ю. Растегаев, Н.И. Васильченко, В.Ф. Ильин, В.Н. Чупис**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», г. Саратов

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАРИНА, ЗОМАНА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ И АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА**

Основной задачей при проведении работ по уничтожению химического оружия (ХО), является эффективное функционирование системы экологического контроля и мониторинга, необходимой для объективной оценки влияния объектов по уничтожению ХО на окружающую среду и здоровье населения. Эти работы, связанные с нанесением ущерба окружающей среде и с потенциальным риском для здоровья людей, относятся к сфере государственного экологического контроля и надзора.

На объектах по хранению и уничтожению ХО аналитическому контролю подлежат атмосферный воздух, воздух в рабочей, санитарно-защитной зонах, промышленные (вентиляционные) выбросы. В настоящее время методика по анализу зарина и зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе отсутствует. В связи с этим возникла необходимость разработки методики для оценки соответствия экологических и санитарно-гигиенических нормативов концентрации зарина, зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе, при проведении экологического контроля и мониторинга на объектах УХО.

Для измерения массовой концентрации зарина, зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе использовали газохроматографический метод с применением газо-жидкостной термодесорбции при подготовке проб, что значительно упрощает анализ и сокращает время его проведения.

В качестве поглотителя газо-воздушной смеси использовали полимерный сорбент на основе 2,6-дифенил-п-фениленоксида («Терпах ТА») с зернением 60/80 меш. Данный сорбент по отношению к зарину,

зоману обладает оптимальными сорбционными характеристиками, позволяющими количественно проводить сорбцию на стадии пробоотбора и десорбцию в газо-жидкостную среду при повышенной температуре, на стадии пробоподготовки [1].

Отбор проб проводили путем концентрирования ОВ из газо-воздушной среды на пробоотборную трубку, заполненную сорбентом, который был предварительно прокондиционирован в потоке инертного газа при температуре 200<sup>0</sup> С. После концентрирования из газо-воздушной смеси контролируемых веществ, в проботборный патрон заливали 1 см<sup>3</sup> свежеперегнанного n-гексана. Затем помещали патрон в предварительно нагретую до 200<sup>0</sup> С электропечь, к выходу патрона подсоединяли силиконовую трубку, с помощью которой извлекали содержимое патрона в пробирку, путем пропускания инертного газа через сорбент с объемной скоростью 100 см<sup>3</sup>/мин. Ориентировочное время барботирования раствора газовым потоком 30 минут и упаривали до 0,1мл. Содержимое пробирки переносили в коническую виалу. Анализ пробы выполняли газохроматографическим методом в автоматическом режиме с применением капиллярной колонки VF-5ms и детектировании разделенных компонентов с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором (ППФД). Данный детектор является новейшим в семействе пламенно-фотометрических. Он работает в пульсирующем режиме водородного пламени, при этом расход водорода и сжатого воздуха понижается примерно в 10 раз, по сравнению с обычным ПФД [2]. Это приводит к существенному улучшению чувствительности и селективности, что позволяет определять фосфор- и серосодержащие соединения на уровне  $10^{-7} \pm 10^{-6}$  мг/см<sup>3</sup>.

Таким образом, данная методика позволяет количественно определять массовую концентрацию зарина, зомана в промышленных выбросах, а также в воздухе санитарно-защитной зоны, более коротким путем и с наименьшими потерями при пробоподготовке. Данная методика апробирована на источниках вентиляционных выбросов объектов по уничтожению УХО и может быть рекомендована для применения в программах экологического контроля и мониторинга.

## Литература

1. Новиков С.В. Аналитическое сопровождение работ по ликвидации химического оружия / С.В. Новиков. // Рос. хим. ж. – 2007. – Т. LI. – №2. – С.109 – 118.
2. Аналитическая хроматография / К.И. Сакодынский, В.В. Бражников, С.А. Волков и др. М.: Химия, 1993. – 464 с.

**О.Ю. Растегаев, А.О. Малишевский, Т.П. Толоконникова,  
А.М. Ченцов, В.Н. Чупис**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», г. Саратов

## **ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА ОБЪЕКТАХ УХО**

Одними из важных элементов экологически безопасных производств являются экоаналитическое обеспечение и технологический контроль процессов переработки отходов производства. В качестве средства экологического контроля необходимо наличие воспроизводимых, адаптированных к реальным условиям методик, позволяющих проводить экологический контроль технологического цикла и мониторинг природных сред на необходимом уровне концентраций с выполнением требований нормативных документов.

В результате уничтожения люизита образуются менее опасные технические продукты и отходы, чем ОВ, но которые требуют дальнейшей переработки, поскольку содержат мышьяк. К ним относятся реакционные массы, арсенит натрия гидролизный (АНГ), сточные воды, тара.

Существующие способы переработки мышьяксодержащих продуктов и отходов в элементный мышьяк и в оксид мышьяка (III) потребовали разработки аналитических методик, адаптированных к новым объектам исследования.

Среди известных аналитических методов анализа различных соединений мышьяка [1-6] наибольшее распространение в исследовании состава отходов и технических продуктов получили титриметрический и фотометрический методы.

Сложность анализа мышьяксодержащих продуктов и отходов связана с широкими пределами варьирования содержания в них мышьяка. До наших разработок имелась одна методика по анализу мышьяка в отходах ПНДФ 16.1:2:2:3.16-98 «Методика выполнения измерений массовой доли (валового содержания) мышьяка в твердых сыпучих материалах фотометрическим и титриметрическим методом с выделением его гипофосфитом натрия», согласно которой при содержании мышьяка от 50 до 20000 мг/кг определение проводится фотометрированием коллоидного раствора элементного мышьяка, данная методика определения дает нестабильные результаты, поэтому было предложено проводить определение мышьяка в диапазоне от 0,5 до 1000 мг/кг с

помощью отгонки арсина в хлороформенный раствор диэтилдитиокарбамината серебра с фотометрическим окончанием.

Имеющаяся методика по анализу почвы № 031-03-177-05 «Методика выполнения измерений массовой доли мышьяка в почве и материалах строительных конструкций фотометрическим методом» также не удовлетворяет всем требованиям, поскольку имеет узкий диапазон определений в интервале от 0,5 до 10,0 мг/кг, и не достаточно эффективную минерализацию пробы - применяемая кислотная экстракция мышьяка из почвы не позволяет обеспечить количественный перевод всех органических и неорганических соединений мышьяка (например, сульфидов мышьяка) в растворимую форму, а кислая среда повышает летучесть соединений мышьяка.

В связи с этим встала задача разработки методик, для определения мышьяка в различных степенях окисления As (0, III, V) с более широким диапазоном определений мышьяка и способом минерализации, обеспечивающим полное извлечение соединений мышьяка из анализируемой пробы. Поэтому нами использована окислительно-щелочная минерализация, при которой происходит деструкция органических соединений мышьяка и полное растворение неорганических соединений мышьяка. Исследование процесса минерализации различных типов почв как с естественным содержанием мышьяка, так и с его добавками, показало, что происходит практически полное растворение пробы с образованием прозрачного неокрашенного раствора, а не экстракта как в имеющихся методиках.

МВИ массовой доли мышьяка в технических продуктах и отходах титриметрическим методом.

Данная методика рассчитана на определение различных валентных форм мышьяка, что позволяет проводить анализ различных видов отходов и технических мышьяксодержащих продуктов. Диапазоны определений различных форм мышьяка представлены в таблице.

Диапазоны определений различных форм мышьяка в технических продуктах и отходах титриметрическим методом

Наименование компонента	Диапазон измерений массовой доли, масс. %
мышьяк элементный (0)	20,0 - 99,5
мышьяк (III)	0,5 - 75,0
мышьяк (V)	0,5 - 5,0

Анализ основного вещества в элементном мышьяке проводят путем окисления мышьяка в стандартном растворе бихромата калия и титрования

избытка окислителя стандартным раствором соли Мора с индикатором – фенолантраниловой кислотой.

Определение мышьяка (III) проводилось йодометрически в щелочной среде по реакции окисления мышьяка до мышьяка (V) раствором йода в бикарбонатной среде при pH=8,0 в присутствии крахмала.



Аликвоту 10-25 см<sup>3</sup> раствора разбавляют водой до 100 см<sup>3</sup>, титруют 0,1 Н НСl по метиловому красному до слабо-оранжевой окраски раствора. В раствор добавляют 4-5 г NaHCO<sub>3</sub> и титруют раствором 0,1 Н J<sub>2</sub> в присутствии крахмала.

Определение мышьяка (V) проводилось йодометрически в сильноокислой среде, соответствующей 4 М НСl, по реакции:



Аликвоту 1-25 см<sup>3</sup> раствора в зависимости от содержания мышьяка (V) разбавляют водой до 20 см<sup>3</sup>, вводят 20 см<sup>3</sup> конц. НСl, прибавляют 0,5 г NaHCO<sub>3</sub> для вытеснения воздуха, добавляют 5 см<sup>3</sup> 20 % раствора КJ. После 10 минутной выдержки в темном месте в колбу приливают 70 см<sup>3</sup> воды и титруют 0,05 н раствором тиосульфата натрия до слабо желтой окраски раствора, далее титруют в присутствии крахмала.

МВИ концентрации мышьяка в почве и донных отложениях фотометрическим методом.

Фотометрический метод определения концентрации мышьяка основан на реакции образования мышьяковистого водорода, поглощении его хлороформным раствором диэтилдитиокарбамината серебра в присутствии диэтиламина с образованием комплекса, окрашенного в красный цвет. Фотометрирование проводят при λ = 540 нм.

Минерализацию пробы проводят в концентрированном растворе щелочи в присутствии окислителей - персульфата калия и сульфата меди. Подобным способом удастся произвести количественное переведение органических и неорганических соединений мышьяка в растворимую форму и повысить точность определения.

Данная методика по сравнению с существующей имеет более широкий диапазон определений от 0,5 до 50,0 мг/кг мышьяка в пробах почв и донных отложений. Расширенный диапазон позволяет применять данную методику при анализе различных типов почв, в том числе грунтов и почв промышленных площадок.

Результаты определения содержания соединений мышьяка по методу «введено-найдено» подтверждают правильность полученных результатов. Методики были апробированы на реальных пробах мышьяксодержащих отходов, почв и донных отложений.

Разработанные методики дополнили базу экоаналитического обеспечения и использованы при составлении планов-графиков технологического контроля и программ экологического контроля и мониторинга.

### Литература

1. Немодрук А.А. Аналитическая химия мышьяка / А.А. Немодрук. М.: Наука, 1976. 222 с.
2. Верещагин А.Л., Дудинский В.Ф., Голобокова Л.П., Барам Г.И., Грачев М.А. // Журн. аналит. химии. 2000. Т. 55. № 10. С. 1111.
3. Бурьлин М.Ю., Темердашев З.А., Полищученко В.П. // Журн. аналит. химии. 2002. Т. 57. № 7. С. 715.
4. Турусова Е.В., Королёва Л.В., Додин Е.И., Будников Г.К. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2002. Т. 68. № 8. С.17.
5. Чернова Р.К., Сумина Е.Г., Панкратов А.Н. // Российский Химический Журнал. 1993. Т. 37. № 3. С.33.
6. Современные методы анализа и оборудование в санитарно-гигиенических исследованиях. М.: ФГУП «Интерсэн», 1999. 496 с.

**О.Ю. Растегаев, С.Н. Черников, Т.П. Толоконникова, В.Н. Чупис**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», г. Саратов

### **СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ СЕРАОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ КАК ОБОБЩЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ И МОНИТОРИНГЕ**

В плане развития методологии обобщенных показателей как метода экспрессной оценки состава объектов экологического контроля и мониторинга был предложен показатель «общая сера» как суммарное содержание сераорганических соединений. Необходимость введения данного показателя обусловлена химической спецификой поведения сераорганических соединений в окружающей среде, в частности тиолы легко окисляются в дисульфиды, а затем сульфокислоты, а сульфиды – в сульфоксиды, сульфоны и также сульфокислоты [1], т.е. одни серосодержащие соединения в отличие от других классов органических соединений находятся в смеси с другими серосодержащими веществами. Поэтому введение показателя «общая сера» является целесообразным, а разработка методов экспресс-оценки состава объектов контроля – актуальной.



среде, доводя сухой остаток после выпаривания раствора до сплавления. Правильность оценивалась методом «введено – найдено». Экспериментально полученная эффективность окисления составила 99%.

Следующей стадией разработки методики стала отработка способа пробоотбора, сложность которой заключалась в том, что серосодержащие вещества в газовой среде могут находиться в разных агрегатных состояниях и химических формах: соли сульфоновых кислот и аминоксульфидов – в виде пыли, высококипящие тиолы, сульфиды, сульфоксиды – в виде аэрозолей и газов. Известно, что для улавливания пылей и аэрозолей эффективно применяются фильтры АФА-ВП, которые, в свою очередь, не задерживают газы и пары легколетучих жидкостей [2]. Для решения проблемы улавливания газов и паров были использованы химически модифицированные фильтры. Для выявления наиболее эффективного химически модифицированного сорбента был проведен ряд экспериментов. В качестве носителя хемосорбента были использованы фильтры типа «Молескин». В экспериментах по изучению эффективности хемосорбции в качестве модельного вещества был применён этандитиол-1,2. Эксперименты по установлению сорбционной емкости определяли методом «отдувки» до появления «проскока». Газо-воздушную смесь, содержащую определённое количество этандитиола-1,2, прокачивали через модифицированные фильтры с помощью аспиратора, варьируя скорость аспирирования, порядок размещения и количество фильтров.

В ходе протекающих на фильтре реакций этандитиол-1,2 химически связывался и переходил в форму, легко растворимую в соляной кислоте. После экстракции с фильтра проводили окисление полученного комплексного соединения и определяли содержание серы в экстракте турбидиметрически. Как показал эксперимент, наиболее эффективными оказались фильтры, пропитанные модифицирующим раствором, состоящим из хлорида цинка и формалина, со степенью сорбции 96-97%. Для проведения пробоотбора предложены комбинированные фильтры, состоящие из 2 фильтров, АФА-ВП и химически модифицированного фильтра из ткани «Молескин». Диапазон измеряемых концентраций определялся, исходя из значений санитарно-гигиенических нормативов, нормативов ПДВ ряда предприятий химической, нефтехимической, пищевой промышленности и составил от 0,001 до 10,00 мг/м<sup>3</sup>.

Апробация указанной методики на реальных пробах промышленных выбросов и атмосферного воздуха позволяет рекомендовать ее для использования в программах экологического государственного и производственного контроля и мониторинга.

## Литература

1. Химия окружающей среды / под ред. Дж.О.М. Бокриса. М.: Химия, 1983. Т.5. 720 с.
2. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов / В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов, Г.К. Будников. М.: Химия, 1996. 317 с.

**С.Ф. Свищевский, С.Л. Лейнова, Г.А. Соколик**

Белорусский государственный университет, г. Минск

### **КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Контроль токсичности продуктов горения является одним из важнейших параметров оценки экологической и пожарной опасности различных веществ и материалов. Данные о токсичности продуктов горения отходов производства необходимы при оценке экологического риска, обусловленного воздействием на организмы различного уровня, включая человека, токсичных продуктов горения, образующихся в результате утилизации путем сжигания или случайного возгорания отходов производства предприятий различного профиля (вагоноремонтных, деревообрабатывающих, энергетических, нефтеперерабатывающих, приборостроительных и т.д.).

На территории Беларуси токсичность продуктов горения определяется в настоящее время биологическим методом по двум параметрам: показателю токсичности и содержанию карбоксигемоглобина в крови погибших подопытных животных [1]. Показатель токсичности продуктов горения ( $H_{CL50}$ ) при этом определяется как отношение массы материала к объему замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных (во время экспозиции и в течение последующих 2 недель). На основании полученного результата делается заключение о том, к какой группе токсичности продуктов горения и к какому классу опасности относится испытываемый материал. Определение содержания карбоксигемоглобина в крови погибших животных проводится для оценки вклада оксида углерода в токсический эффект. В тех случаях, когда содержание карбоксигемоглобина в крови животных составляет 50 % и выше от общего содержания гемоглобина, считается, что токсический эффект продуктов горения обуславливается, в основном, действием CO.

Биологический метод универсален и обеспечивает достаточно большую точность определения токсичности продуктов горения, которая зависит не только от токсичности отдельных компонентов, но и от характера их комбинированного действия. Однако этот метод имеет и существенные недостатки: расходование животных в рутинных испытаниях (для анализа одного материала требуется около 100 белых мышей) и длительные сроки экспериментов (проведение одного испытания занимает около 3 недель).

Описанные в литературе расчетно-экспериментальные методы основаны на определении токсичности продуктов горения веществ и материалов по составу газовой смеси с интерпретацией полученных результатов по моделям, учитывающим фракционные эффективные дозы (FED) [2]. Предлагаемые методы не требуют обязательного использования животных и обеспечивают малые сроки проведения экспериментов, необходимых для анализа одного материала (1-3 дня). Однако, чтобы использовать методы, предлагаемые в международных нормативных документах на практике, необходимо иметь дополнительное оборудование и применять специально разработанные методики для определения состава газовой смеси.

Внедрение расчетно-экспериментального метода на территории Республики Беларусь сдерживается отсутствием методической базы. Для разработки этого метода необходимо было, прежде всего, иметь базу данных, содержащую информацию о параметрах токсичности и о количественном составе образующейся при горении газовой смеси. Это требуется для установления взаимосвязи между параметрами токсичности и составом газовой фазы и разработки модели для определения токсичности продуктов горения расчетно-экспериментальным методом, которая обеспечивает наилучшую сходимость с результатами, полученными при определении показателя токсичности и группы токсичности с использованием подопытных животных (мышей).

Для решения поставленных задач была изготовлена установка, конструкция которой позволяла наряду с определением показателя токсичности продуктов горения биологическим методом в соответствии с [1] анализировать состав образующейся при горении газовой смеси. Состав смеси анализировался по разработанной нами методике, которая включает три стадии – определение  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCN}$  и формальдегида с помощью инструментальных методов (предусмотрено использование традиционных газоанализаторов и Системы мониторинга выбросов OPSIS), стадию пробоотбора и определение  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HF}$  и акролеина с помощью химико-аналитических методов (спектрофотометрических и потенциометрических) [3].

Были проанализированы более 160 различных материалов, классифицированных по имеющейся информации о химическом составе веществ, являющихся у них базовыми. Для исследования были отобраны и объединены в группы материалы основой которых являлись: целлюлоза, поликарбонат, полиэтилен, полистирол, полипропилен, поливинилацетат, полиуретан, полиамид, полиамидные и эпоксидные смолы, т.е., содержащие соединения с углеродом, водородом, кислородом и азотом.

На основании экспериментальных результатов, полученных при исследовании токсичности биологическим методом и состава газовой фазы, были проанализированы модели, предлагаемые ранее для оценки FED при определении показателя токсичности продуктов горения по составу газовой смеси [2], и на их основе разработана собственная модель, учитывающая достоинства и недостатки моделей, описанных ранее. В предлагаемой новой модели при определении показателя токсичности продуктов горения расчетно-экспериментальным методом рекомендуется определять в образующейся газовой смеси содержание CO, HCN, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, HBr, HF, формальдегида и акролеина, а также учитывать концентрацию O<sub>2</sub>, и тот факт, что токсичность CO изменяется по мере возрастания содержания в газовой смеси CO<sub>2</sub>. Закономерность такого изменения для мышей была установлена экспериментально и описана математически. Использование при разработке модели данных, полученных в экспериментах с мышами, позволит в дальнейшем, при необходимости подтверждения результатов, полученных расчетно-экспериментальным методом, использовать стандартный биологический метод, предписывающий использовать в качестве подопытных животных белых мышей [1].

Впервые было показано, что определение показателя токсичности по составу газовой смеси с использованием расчетных моделей гарантирует более жесткий контроль токсичности продуктов горения, чем биологический метод, а не наоборот, как считалось ранее.

Полученные результаты необходимы для дальнейшей работы по созданию в Республике Беларусь отвечающего международным требованиям расчетно-экспериментального метода определения токсичности продуктов горения различных веществ и материалов. Использование такого метода позволит получать данные, необходимые для оценки потенциального экологического риска, обусловленного горением отходов производства различного состава (при их утилизации или при случайном возгорании) на современном уровне знаний без массового расходования подопытных животных (мышей) при существенном сокращении сроков эксперимента.

## Литература

1. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
2. ISO 13344 : 1996. Determination of the lethal toxic potency of fire effluents.
3. Разработка расчетно-экспериментального метода определения токсичности продуктов горения. Определение состава газовой смеси / Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова, А.А. Савицкий, С.Я. Рубинчик, С.Ф. Свиршевский, Д.И. Клевченя, Т.Г. Иванова // Сб. докл. IV Междунар. науч.-техн. конф. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Минск, 2007.- С. 309 – 317.

**С.М. Седловская**

УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»,  
Беларусь

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ КИТАЙСКОГО ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА (*ANTHERAEA PERNYI* G.-M.) ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Китайский дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi* G.-M.) – практически ценный вид, имеющий промышленное значение. Из коконов получают технические шелковые нити, медицинский шовный материал, шелковые ткани, качественный трикотаж, протеины шелка для косметических средств [1]. Куколка может служить исходным сырьем для получения препаратов по выведению радионуклидов из организма человека, повышению его иммунитета и предупреждению онкологических заболеваний [2]. Таким образом, исследования по созданию культуры дубового шелкопряда в Беларуси, проводимые на кафедре зоологии УО «ВГУ им. П.М. Машерова» в течение 30 лет, весьма актуальны [3, 4]. Мы предлагаем использовать культуру китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.), особенности биологии и экологии которого хорошо изучены, в качестве тест-объекта для определения избыточного количества инсектицидов биологическим методом. Известно, что агонисты экдистероидов, созданные и испытанные на насекомых в последнее время, при кишечном способе применения приводят к преждевременной аномальной и летальной линьке, а также сильному снижению выживаемости. Важной особенностью действия регуляторов роста и развития насекомых является их способность вызывать отсроченные эффекты, которые проявляются на более поздних стадиях развития после проведенной обработки [5]. Поэтому для полного анализа эффекта

действия гормоноподобных соединений на популяцию насекомых необходим мониторинг в течение всего развития насекомых обработанного поколения и последующего. Культура дубового шелкопряда достаточно удобна для проведения исследований такого рода, так как данное насекомое характеризуется рядом разобщенных друг от друга стадий развития, относительно небольшим циклом развития, доступностью разведения, которая позволяет осуществлять опыт с большим количеством особей, что придает опыту высокую степень достоверности. В связи с вышеизложенным целью нашей работы является изучение влияния агонистов экдистероидов на показатели развития дубового шелкопряда для определения степени их отсроченного воздействия как регуляторов роста и развития насекомых. Исследования проводили на гусеницах I возраста сразу после выхода из яйца, так как они высокочувствительны к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Корм одинаковой массы (дуб черешчатый (*Qercus robur* L.) и береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.)) для только отродившихся гусениц обрабатывали однократно водными растворами новейшего агониста экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина 0,01%, 0,1% и 1% концентрации, созданного в лаборатории синтеза экдистероидов Института биорганической химии НАН РБ под руководством д.х.н. Н.В. Ковганко, которые использовались как модельные ксенобиотики, и скармливали в начале развития. Наблюдали за гусеницами в течение всего периода развития.

В результате наших исследований установлено, что после потребления в пищу корма, обработанного агонистом экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразином в концентрации 0,01%, показатели продолжительности развития, смертности, массы гусениц перед завивкой и массы коконов не отличаются от таковых в контроле на двух кормовых растениях (таблица).

При питании листом дуба, обработанного раствором препарата 0,1% концентрации, наблюдалась задержка развития гусениц на 9 суток по сравнению с контролем. За весь период развития погибло на 27% больше особей. Масса гусениц перед завивкой в опыте на 15% меньше по сравнению с контролем, а масса коконов – на 30%. При увеличении концентрации раствора препарата в 10 раз (1%) наблюдалось замедление развития гусениц на 10 суток по сравнению с контролем, увеличение смертности на 50%, уменьшение массы гусениц к концу развития на 20%, массы коконов – на 40%. В опыте на березе после попадания в организм гусениц раствора соединения 0,1% концентрации продолжительность их развития увеличилась на 5 суток, смертность возросла на 42% по сравнению с контролем, масса гусениц перед завивкой уменьшилась на 30%, масса коконов – на 45%. Воздействие 1% раствора препарата вызвало

увеличение сроков развития на 6 суток, возрастание смертности опытных особей на 69% по сравнению с контролем, снижение массы гусениц к концу развития на 35%, массы коконов – на 55%.

Влияние агониста экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина на процессы жизнедеятельности китайского дубового шелкопряда

Кормовое растение	Концентрация растворов %	Продолжительность развития гусениц, сут.	Смертность гусениц, %	Масса гусениц перед завивкой, г	Масса коконов, г
Дуб черешчатый	0,01	58,02 ± 1,12	5,4 ± 0,1	10,79 ± 0,63	5,15 ± 0,11
	0,1	66,43 ± 1,15	31,1 ± 0,2	9,75 ± 0,95	3,71 ± 0,14
	1	67,44 ± 0,96	54,8 ± 0,2	9,13 ± 0,52	3,25 ± 0,24
	контроль	57,04 ± 1,05	3,9 ± 0,1	11,41 ± 0,85	5,31 ± 0,17
Береза бородавчатая	0,01	64,50 ± 1,25	8,5 ± 0,1	13,23 ± 0,37	6,45 ± 0,10
	0,1	68,39 ± 1,12	48,5 ± 0,3	9,53 ± 0,28	3,58 ± 0,10
	1	69,75 ± 1,03	75,8 ± 0,3	8,83 ± 0,63	3,06 ± 0,07
	контроль	63,55 ± 1,12	6,4 ± 0,2	13,69 ± 0,47	6,70 ± 0,09

Следует отметить, что 1% раствор 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина в большей степени оказал отрицательное влияние на процессы жизнедеятельности шелкопряда, чем 0,1% раствор, что подтверждается возрастанием смертности гусениц (в среднем дуб, береза) на 25%, уменьшением их массы к концу развития на 8%, массы коконов – на 14%. При питании листом березы, обработанным 0,1% и 1% растворами препарата, смертность гусениц выше на 15 и 21 %, масса гусениц перед завивкой ниже на 3 и 4 %, масса коконов меньше на 4 и 6 % соответственно по сравнению с питанием листом дуба, обработанного аналогичными растворами. Следовательно, кормовое растение оказывает коррелирующее влияние на биологические показатели развития насекомого – питание листом дуба ослабляет отрицательное воздействие агониста на развитие шелкопряда, питание листом березы его усиливает, что, возможно, достигается в результате большей питательной ценности листа дуба по сравнению с листом березы, так как лист дуба обладает более оптимальным соотношением белковых и углеводных соединений.

Таким образом, с учетом изменения биологических показателей развития дубового шелкопряда под воздействием агониста экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина 0,1 и 1 % концентрации культура данного насекомого может служить объектом для мониторинга окружающей среды на наличие ксенобиотиков.

## Литература

1. Зотова В.Ф. Безотходная технология продуктов лесного шелководства НТИС / В.Ф. Зотова, Е.Е. Шибeko // Шелк. 1994. С. 20.
2. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) / А.А. Чиркин, Е.И. Коваленко, В.М. Шейбак, В.Ю. Смирнов, Е.М.Дорошенко, Л.И. Надольник, Д.И. Паршонок, С.И. Денисова // Уч. записки «УО ВГУ им. П.М. Машерова» Естественные науки. Биология. Т. 6. 2007. С. 248–265.
3. Радкевич В.А. Экология листогрызущих насекомых / В.А. Радкевич. Минск., 1980.
4. Денисова, С.И. Теоретические основы разведения китайского дубового шелкопряда в Беларуси / С.И. Денисова. Минск, 2002.
5. Сазонов А.П. Стерилизующее действие дифторбензурана на примере американской белой бабочки / А.П. Сазонов, И.Н. Каретникова // Регуляторы роста и развития насекомых в борьбе с сельскохозяйственными вредителями: сб. науч. тр. Л.: ВИЗР, 1984. – С. 54 – 58.

### М.В. Телегина

Физико-технический институт, г. Ижевск

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Качество и значимость мониторинговой программы в значительной степени зависят от ее информационной основы, определяющей процедуры сбора, анализа, и интерпретации данных, структуру их хранения и представления, интерфейс и порядок работы с данными.

Мониторинговая информация собирается по точечным, площадным и глубинным объектам. Графическая информация в виде разнообразных карт является существенными данными и представляет рабочий инструмент для большинства задач мониторинга. Важными являются процедуры просмотра и отображения мониторинговой информации, так как они дают возможность оценить прогресс, эволюцию и тенденции в развитии событий и ситуаций. Анализируемая информация должна иметь возможность представления в форме карт, снимков, графиков и таблиц. Поэтому одним из наиболее важных блоков системы экологического мониторинга является подсистема визуализации данных.

В данной работе рассмотрено представление данных экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия (ОУХО). Входящая в состав сложной системы производственного экологического мониторинга система визуализации данных использует векторные слои карты местности и генплана объекта, созданные в коммерческой ГИС MapInfo. Разработаны инструменты для работы с картой: послынная визуализация, возможность визуализации отдельных слоев, изменение

порядка визуализации слоев, увеличение, уменьшение, добавление/удаление слоев. По координатам из базы данных на карте отображаются пункты пробоотбора и расположение автоматизированных стационарных постов.

Для управления процессом анализа и обработки данных с целью расчета реальных выбросов, интегральных показателей загрязнения среды, выявления случаев превышения контрольных значений установленных ПДК предусмотрена возможность визуализации данных в виде графика за любой временной период мониторинга объекта как по отдельному компоненту, так и общего. Для построения графика (тренда) необходимо выбрать: среду анализа (почва, снег, воздух или вода), временной период и анализируемое вещество (рис. 1а). График строится для выбранного на карте пользователем пункта мониторинга по значениям, нормированным относительно ПДК.

Анализ

Среда  
Атмосферный воздух

Вещество  
Зарин

Общий анализ

Временной диапазон  
с 01.01.2007 0:00:00  
по 18.01.2007 1:00:00

ПДК ПДК<sub>мр</sub>

а) панель диалогов выбора

Только АСПК  
 По макс. значениям  
 По средним значениям

б) панель выбора значений для интерполяции

Рис. 1. Панели инструментов

Разработаны инструменты работы с графиком: детализация и визуализация числовых значений. Предусмотрен выбор вида анализа - по одному веществу или общий. Общий анализ подразумевает отображение в окне графиков изменения концентрации всех анализируемых веществ в данном пункте мониторинга (рис. 2).

При проведении экологического мониторинга отбор проб происходит достаточно часто. Автоматические комплексы производят замер в точке отбора с интервалом до десяти минут. При визуальном распределении загрязнения в достаточно продолжительном временном интервале можно не заметить

кратковременные залповые выбросы. Поэтому в окне графика предусмотрено отображение максимальных, минимальных и средних значений.

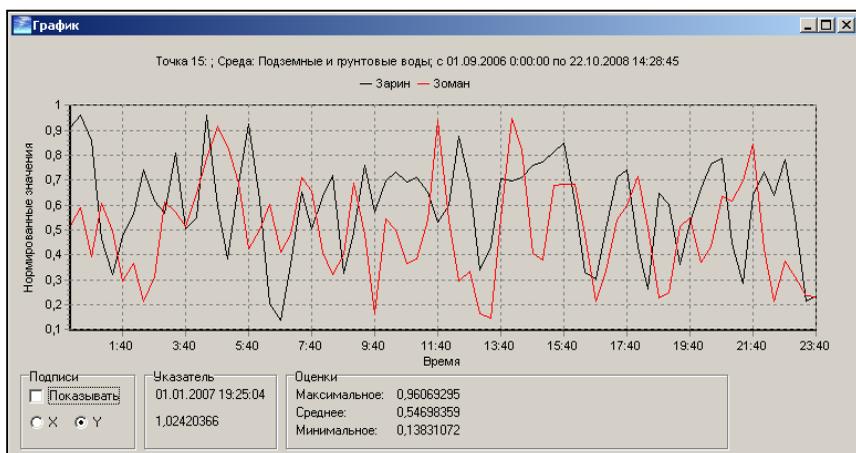


Рис. 2. Окно построения тренда по двум анализируемым веществам

Для представления и визуальной оценки данных экологического мониторинга одновременно по всем точкам отдельно взятой среды анализа разработан режим отображения пространственного распределения данных на местности и на генплане объекта.

Так как при построении пространственной интерполяционной картины распределения данные для интерполяции должны иметь одно значение в выбранной среде по веществу анализа, для визуализации за весь выбранный период предусмотрен инструмент выбора значения максимального за выбранное время анализа или вычисленного среднего значения для каждой точки (рис. 1б).

Для определения значения в каждой точке анализируемого пространства применен метод линейной интерполяции. Разработана настраиваемая цветовая шкала. Пространственная визуализация распределения расчетных данных по выбранной среде анализа и веществу производится с учетом ПДК в следующих режимах:

1. в виде непрерывного раstra;
2. в виде областей, в которых значения превышают ПДК;
3. в режиме изменения прозрачности растрового слоя распределений (рис. 3).

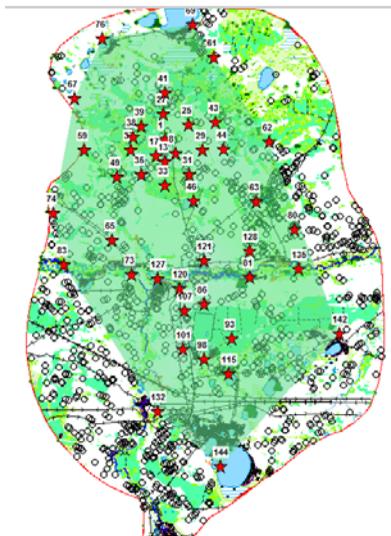


Рис. 3. Пространственное распределение (полупрозрачный слой)

При этом в режиме полной прозрачности растра настройки цветовой шкалы определяют цвет пунктов анализа на карте.

Общий анализ в режиме пространственного отображения данных подразумевает построение растра по значениям суммы всех анализируемых показателей в точке анализируемой местности или генплана.

Разработанная система визуализации использована для отображения данных экологического мониторинга ОУХО в Щучанском районе Курганской области.

Разработанные методы представления результатов экологического мониторинга позволяют не только увидеть динамику изменения данных по компонентам и средам во времени и в пространстве, выявить отклонения от нормативных показателей экологической обстановки, но и определить направление изменения экологических показателей, оценить эффективность проводимых природоохранных мероприятий и создать предпосылки для определения мер по исправлению создающихся негативных ситуаций.

Л.Н. Усачева <sup>1</sup>, К.В. Усачева <sup>2</sup>

<sup>1</sup> УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup> УОУ «Лицей Белорусского государственного университета»,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **НИТЧАТЫЕ ОРГАНИЗМЫ АКТИВНОГО ИЛА И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

С каждым годом все более острыми становятся проблемы, связанные с очисткой сточных вод. Важнейшей составляющей этого процесса является стадия биологической очистки, за которую отвечает совокупность микроорганизмов – активный ил. В свою очередь, активный ил представляет собой антропогенно созданный динамический биоценоз, эффективность функционирования которого существенно зависит от условий, которые сложились в аэротенках. В благоприятной среде видовой состав активного ила достаточно разнообразен, главную роль играют флокулирующие бактерии, формирующие хлопьевидные образования [1].

Неблагоприятные для гидробионтов активного ила условия приводят к нарушению трофических взаимосвязей организмов, снижению биоразнообразия. Подобного рода нарушения чаще всего обусловлены массовым развитием в активном иле нитчатых организмов, так называемым «вспуханием» ила. Это приводит к ухудшению качества очистки воды. При возникновении вспухания необходимо провести идентификацию нитчатых организмов, так как только в этом случае возможно понять причины развития вспухания, а также разработать комплекс мероприятий, которые позволят успешно ликвидировать возникшую на очистных сооружениях проблему. Проведение идентификации важно, потому что каждый вид нитчатых является индикаторным и указывает на наличие в среде определенных факторов, способствовавших его массовому развитию [2].

Целью работы являлось выяснение причин вспухания активного ила городских очистных сооружений.

При исследовании было выявлено несколько видов нитчатых организмов, преобладающих в биоценозе. Для их идентификации была использована схема-ключ, предложенная D. Eikelboom [2]. В ходе работы пошагово анализировались такие морфологические характеристики нитчатых организмов как наличие ветвления, подвижность, количество гранул серы в клетках, отношение к окраске по Граму и по Нейссеру, диаметр и морфология клеток и другие признаки. В результате были выявлены и идентифицированы следующие виды нитчатых бактерий:

1. *Haliscomenobacter hydrossis* (рис. 1): нити не проявляют ветвления, неподвижны, не содержат гранул серы (или содержат их в малом количестве), септы не видны или просматриваются плохо, нити прямые или слегка изогнутые, Нейссер отрицательные, грамтрицательные.

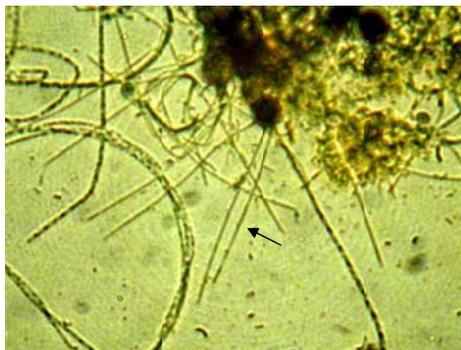


Рис. 1. Тонкие, прямые нити *Haliscomenobacter hydrossis* (окраска по Нейссеру, увеличение 400x)

2. *Eikelboom* type 1701 (рис. 2, верхний указатель): филаменты не ветвятся, неподвижны, не содержат гранул серы (или содержат их в малом количестве), перегородки между клетками отчетливо видны, Нейссер отрицательные, диаметр клеток меньше 1,0 мкм, чехол присутствует, нити проявляют прикрепленный к хлопьям рост.
3. *Eikelboom* type 1863 (рис. 2, нижний указатель): в отличие от типа 1701 чехол отсутствует, нити изогнуты, клетки сферической, овоидной или цилиндрической формы.

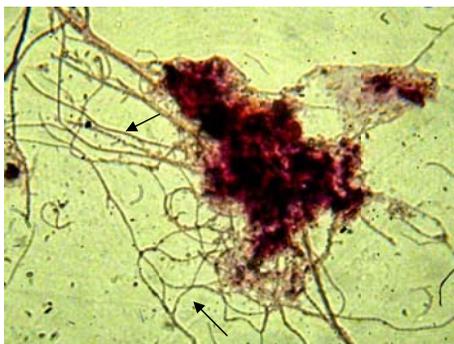


Рис. 2. Трихомы *Eikelboom* type 1701 и *Eikelboom* type 1863 (окраска по Граму, увеличение 400x)

Таким образом, были идентифицированы организмы–инициаторы процесса вспухания активного ила. Анализ полученных результатов позволил выявить причины вспухания ила в исследуемых аэротенках, что согласуется с литературными данными, характеризующими условия для развития выявленных нитчатых бактерий.

Присутствие бактерий типа 1863 наблюдается преимущественно в высоконагружаемых илах. Другие причины его появления на сегодняшний день неизвестны [3]. Появлению типа 1701 в активном иле в первую очередь способствуют следующие условия: высокая нагрузка на ил; нарушения в системе аэрации иловой смеси (нехватка кислорода либо чрезмерно сильное и неравномерное механическое воздействие на ил поступающих воздушных масс), а также сточные воды, содержащие большое количество углеводов, особенно крахмала, и сравнительно высокая температура воды (больше 15°C). *H. hydrossis* также развивается при низких концентрациях растворенного кислорода и при недостаточной продолжительности пребывания в аэротенке. Кроме этого, рост *H. hydrossis* был отмечен на очистных сооружениях, где в культивируемой смеси отмечалась повышенная концентрация ионов кальция [4].

В исследуемом активном иле не наблюдалось явного преобладания какого-либо из описанных видов нитчатых бактерий. Исходя из этого, предположили, что их развитие было вызвано факторами среды, благоприятными для всех трех видов: высокой нагрузкой на ил и недостаточным содержанием кислорода. Расчеты показали, что удельная нагрузка на 1 г активного ила аэротенков по показателю БПК<sub>5</sub> в разные периоды испытаний составила от 321,07 до 696,82 мг/г в сутки. Такая нагрузка сточных вод оценивается как средняя и высокая. Концентрация кислорода находилась в пределах нормы – 2,31...2,81 мг/дм<sup>3</sup>. Тем не менее этого количества кислорода было недостаточно для прекращения процесса вспухания активного ила.

Согласно полученным результатам, для уничтожения нитчатых бактерий *H. hydrossis*, *Eikelboom* type 1701 и 1863, вызвавших вспухание активного ила испытуемых очистных сооружений, можно рекомендовать следующие мероприятия:

1. Снизить удельную нагрузку сточных вод на активный ил путем продления срока пребывания иловой смеси в аэротенках.
2. Повысить содержание растворенного кислорода, обеспечив эффективную мелкопузырчатую аэрацию.
3. При отсутствии заметного улучшения состояния активного ила установить химическим путем содержание углеводов и ионов кальция в смеси.

## Литература

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Eikelboom, D.H. Biological characteristics of oxidation ditch sludges. / D.H. Eikelboom // Oxidation Ditch Technology. – Edinburgh : CEP Consultants Ltd., 1982. – P. 47–56.
3. Eikelboom, D.H. Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation. – IWA, 2000. – 188 p.
4. Jenkins, D. Manual on Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming / D. Jenkins, M. Richard, G. Daigger – 2nd ed. Chelsea. – MI: Lewis Publishers, 1993. – 191 p.

**А.Ю. Хубецов, Е.Н. Писаренко, В.В. Мартынов**

ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», г.Саратов

### **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ БАЛАКОВСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ**

Почва – один из самых критичных элементов наземных экосистем, поскольку обладает наименьшей способностью к самоочищению и самовосстановлению, поэтому проблема ее загрязнения в результате хозяйственной деятельности остается приоритетной на значительной части территории Российской Федерации, в том числе и в районах расположения АЭС.

В связи с этим целью данной работы явились проведение мониторинга состояния почв в районе расположения Балаковской АС, оценка степени его изменений (путем сравнительного анализа данных радиоэкологических исследований с данными, полученными в 2003-2004 гг.).

Уровень радиоактивного загрязнения почв техногенными радионуклидами ежегодно снижается за счет распада примерно на 2,3% и примерно в 40-50 раз превышает их поступление с атмосферными выпадениями. Глобальное радиоактивное загрязнение почв практически не влияет на уровень внешнего гамма-излучения от подстилающей поверхности земли. Переход долгоживущих техногенных радионуклидов по с/х цепочкам в фоновых районах не создает никаких проблем радиоактивного загрязнения пищевых продуктов за пределами ограниченных зон радиоактивного загрязнения от радиационных аварий.

В связи с этим основной вклад в суммарный поток выпадений вносят содержащиеся в почве естественные радионуклиды. Они поступают в биосферу в результате атмосферных выпадений, извлечения радиоактивных пород из недр на поверхность земли для промышленных целей, выхода глубинных радиоактивных пластовых вод и разлива их по поверхности земли, выноса продуктов разрушения радиоактивных пород подземными и поверхностными водами.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы о том, что, во-первых, гамма-фон в районе расположения Балаковской АЭС, так же как и в 2003-2004 гг., не превышает общепринятого глобального уровня. Во-вторых, значимых (по крайней мере, на уровне средних значений, равных 0,13 и 0,11 мкЗв/ч) изменений гамма-фон не претерпел и, следовательно, радиоактивное загрязнение почвы влияния на него практически не оказывает.

Наиболее информативным с точки зрения количественного определения содержания в почве радионуклидов является спектрометрический анализ, позволяющий определить состав и удельные активности всех содержащихся в исследуемой пробе радионуклидов. Сводка результатов выполненного анализа представлена на рисунке, где показаны поля распределения ЕРН и Cs-137 в почве района расположения Балаковской АЭС.

Для оценки степени изменения радиационной обстановки в районе расположения Балаковской АЭС проводилось сравнение данных с данными мониторинга 2003-2004 гг. Это позволило сделать следующие принципиальные выводы.

1. Радиационная обстановка в почве района расположения Балаковской АЭС в целом значимых изменений за три года не претерпела.

2. Максимальные изменения связаны с уменьшением содержания в почве цезия-137 (среднее значение его удельной активности составило 4,64 Бк/кг против 5,69 Бк/кг в 2003-2004 гг.), что подтверждает приведенные на рисунке данные о снижении уровня радиоактивного загрязнения почв техногенными радионуклидами.

3. Изменения МЭД в пределах зоны наблюдений также являются незначимыми и, следовательно, негативное воздействие Балаковской АЭС на наземные экосистемы в виде повышенной дозовой нагрузки отсутствует.



**а**



**б**



**в**



**г**

Результаты обработки данных фоновго мониторинга содержания радионуклидов (а – калия-40; б – тория-232; в – радия-226; г – цезия-137) (в долях СУА) в почве зоны наблюдения БалАЭС:

■ – (0÷0,33) СУА, ■ – (0,33÷0,66) СУА, ■ – (0,66÷1,0) СУА, ■ – выше СУА

О.Л. Цандекова

Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово

## ОЦЕНКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА

Основной экологической проблемой города Кемерово является загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта. Количественный рост и неудовлетворительное техническое состояние автопарка, значительная доля транзитного движения оказывают существенную дополнительную нагрузку на атмосферу города. На долю автотранспорта приходится более 50% выбросов вредных веществ. Многие исследователи отмечают нарушение феноритмов роста и развития древесных растений и ускорение процессов старения в условиях техногенного загрязнения окружающей среды [1,2]. Одними из важнейших фенологических фаз в сезонном развитии древесных растений являются: вегетация, цветение, созревание семян, появление окраски и опадение листьев (хвои).

Цель исследований – оценка фенологических показателей лиственницы сибирской в условиях атмосферного загрязнения выбросами автотранспорта.

Исследования проводились в вегетационный период 2008 года. Объектом исследований служила *лиственница сибирская*, произрастающая в непосредственной близости от локального очага загрязнения (перекресток г. Кемерово: *пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская*). На данном перекрестке отмечалось превышение ПДК по свинцу, окислам азота, угарному газу, бенз(а)пирену. Наибольшее превышение ПДК отмечено по NO<sub>2</sub> (в 7,1 раз) и СО (в 4,4 раза). Средний возраст исследуемых деревьев составлял 30-40 лет. Контролем служили деревья внутриквартальных посадок Ленинского района города.

Для фенологической оценки лиственницы сибирской в условиях города были отобраны основные фенофазы: Пб<sup>2</sup> – появление зеленого конуса листьев (хвои) на конце почки; Ос<sup>1</sup> – появление окраски хвои; Ол<sup>1</sup> – начало осеннего листопада; Пл<sup>3</sup> – наличие плодов. Эти фенофазы позволяют также определять продолжительность вегетации (Ол<sup>1</sup> – Пб<sup>2</sup>) [3]. Опыты проводились в 3-х кратной повторности, результаты обработаны с использованием компьютерной программы Statistica 5.5.

Результаты исследований показали, что на изучаемом перекрестке (*пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская*) у лиственницы сибирской наблюдались некоторые различия в наступлении и длительности

отдельных фенофаз по сравнению с контролем. Так, более раннее появление (на два дня) зеленого конуса листьев (хвои) на конце почки отмечено у исследуемого вида (табл.). В очагах локального воздействия выбросов автотранспорта у лиственницы сибирской выявлено ускорение прохождения основных фенофаз, по сравнению с контролем.

Средние фенологические даты у лиственницы сибирской (2008г.)

Место сбора образцов	Пб <sup>2</sup>	Пл <sup>3</sup>	Ос <sup>1</sup>	Ол <sup>1</sup>	Ол <sup>1</sup> -Пб <sup>2</sup>
Контроль	04.05	12.09	20.09	25.09	144
пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская	06.05	10.09	17.09	22.09	139

У исследуемых растений осенняя окраска хвои и начало листопада отмечались раньше на 3 дня, что привело к сокращению продолжительности вегетации. Продолжительность вегетации сократилась у лиственницы на 5 дней.

Таким образом, выявлено, что у лиственницы сибирской в очагах локального воздействия выбросов автотранспорта отмечено более раннее появление осенней окраски хвои и начало осеннего листопада, по сравнению с контролем. Ускорение прохождения основных фенофаз у исследуемого вида на перекрестке пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская привело к сокращению продолжительности вегетации и ускорению процессов старения. Данный перекресток наиболее загрязнен окислами азота и угарным газом. Возможно, эти загрязнители существенно влияют на продолжительность вегетации и на состояние лиственницы сибирской.

## Литература

1. Николаевский, В.С. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов / В.С. Николаевский, Н.Г. Николаевская, Е.А. Козлова // Лесной вестник. 1999.2 (7) май, – С. 76-77.
2. Неверова, О.А. Древесные растения и урбанизированная среда: Экологические и биотехнологические аспекты / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – С. 121-155.
3. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – М.: МГУЛ, 1998. – 193 с.

**РОЛЬ ДАННЫХ БИОМОНИТОРИНГА В ИНФОРМАЦИОННОЙ  
ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ АНАЛИЗЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ**

Основной задачей систем поддержки принятия решений (СППР) при анализе данных экологического мониторинга потенциально опасных химических объектов (ПОХО) являются анализ полученных данных и выявление взаимосвязи между большим количеством показателей. Существуют СППР, основной функцией которых является поддержка принятия решений при возможных аварийных ситуациях. Однако очень важен анализ экологической ситуации при отсутствии аварий и выявление долговременных выбросов химических веществ, значения которых не фиксируют контрольные приборы (подпороговые утечки).

Поэтому неотъемлемой частью экспертно-аналитической системы должен быть идентификационный экологический полигон научно-исследовательского, научно-технического и прикладного назначения, так как в случае подпороговой утечки химических отравляющих веществ проанализировать ситуацию можно только на основе данных мониторинга биологических объектов. Поэтому необходимо экспериментальное изучение трансформации природных объектов и биологических систем под влиянием данных поллютантов и продуктов их превращений. Мониторинг химически опасного объекта должен учитывать поправки на возможность приспособления биологических объектов к техногенному воздействию с нарастанием интенсивности действия во времени, а также допускать возможность тестовой проверки антропогенного воздействия и отклика биологических объектов на данное воздействие.

Предлагаемая схема анализа входных данных для классификации ситуации приведена на рисунке.

Под данными биомониторинга для анализа ситуации подразумеваются рассчитанное значение удельного фонового содержания (УФС) отравляющих веществ в биоиндикаторах. Данные биомониторинга представляют собой словесное описание признаков исследуемых биообъектов. Необходимо получить сравнительную оценку исследуемого биообъекта с эталоном. Эталон – это биоиндикатор определенного вида с параметрами, зависящими от воздействия уровня фоновой концентрации некоторого отравляющего вещества (ОВ).

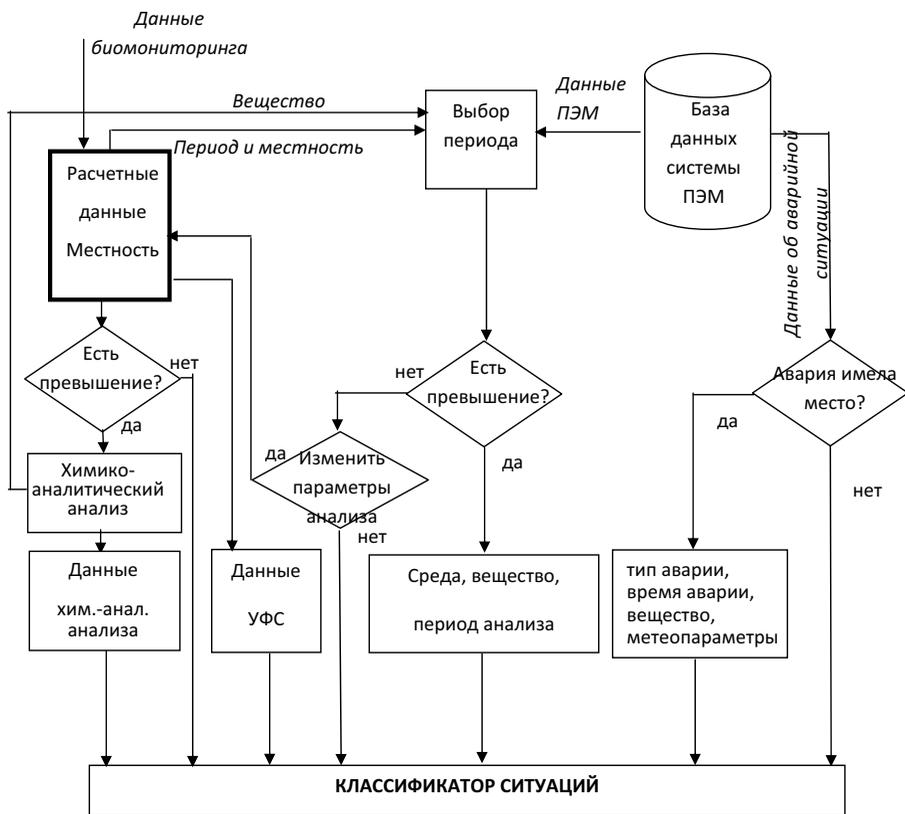


Схема анализа входных данных для классификации ситуации

Предварительно определяется принадлежность исследуемого биообъекта определенному эталону. Далее рассчитывается уровень фонового содержания ОВ. Заполнение созданной базы эталонов биоиндикаторов предусматривает ввод первоначальных данных и информации в таблицы-справочники и осуществляется один раз. Данные по УФС должны быть представлены на карте местности, чтобы определить область превышения УФС, населенные пункты, попадающие в эту область.

Сходные параметры биоиндикаторов могут быть обусловлены многими отравляющими веществами. Поэтому для контроля в зоне защитных мероприятий объекта на уровне малых доз (долей ПДК) и достоверного прогноза поведения и тенденций накопления загрязняющих веществ необходима лаборатория химического анализа.

Контроль источников воздействия объекта, функционирования системы производственного контроля и объектового экологического мониторинга на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий обеспечивается системой государственного экологического контроля. Контролю подлежат источники выбросов, сточные воды, отходы производства, а также состояние атмосферного воздуха, водных источников, почвы. Данные производственного экологического мониторинга поступают в классификатор ситуаций СППР из базы данных системы. Из нее же поступают данные о наличии аварийных ситуаций в анализируемый период. Необходимо предусмотреть возможность передачи параметров аварийных ситуаций для моделирования. Это такие параметры как тип аварии, время аварии, время действия аварийной ситуации, скорость и направление ветра на момент аварии, вещество и его количество, участвующее в аварии.

Несомненно, необходимо учитывать данные санитарно-гигиенического мониторинга, поступающие из информационно-аналитического центра, которые являются также данными контроля биологических объектов – человека. Обобщение результатов лабораторного (санитарно-химического) контроля и данных экспресс-анализов, выявление связи распределений характеристик антропогенного воздействия с показателями экологических зависимых характеристик здоровья населения, получаемых органами здравоохранения на анализируемой территории осуществляется в информационно-аналитическом центре. Медико-биологический мониторинг включает динамический контроль состояния здоровья населения по показателям специфической (т. е. причинно наиболее вероятно связанной с вредными факторами) заболеваемости, по результатам ежегодной диспансеризации, специально организуемых медицинских осмотров, лабораторных и клинических обследований, а также контроль состояния окружающей среды с использованием биологических тест-систем, чувствительных к специфическим загрязнителям (в т. ч. обладающих генотоксической активностью).

Таким образом, главными в системе поддержки принятия решений по анализу экологической ситуации вблизи ПОХО являются данные мониторинга биологических объектов. Особую роль играют процессы автоматизации обработки такой информации, учитывающие поправки на возможность приспособления биологических объектов к техногенному воздействию, а также выявление связи характеристик экологического воздействия с показателями характеристик здоровья населения.

Р.А. Алыбаева

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы

### СКРИНИНГ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ НА МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТЬ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА

Наиболее острая проблема, решение которой имеет практическое значение, является загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) агроценозов вблизи крупных промышленных центров. Необходима разработка систем земледелия, гарантирующих экологически безопасное функционирование сельскохозяйственного производства, снижение уровня загрязнения получаемой продукции тяжелыми металлами и другими химическими токсикантами [1]. Отдельные сорта различных видов продовольственных культур проявляют существенные различия по устойчивости к действию почвенных загрязнителей. Эти их свойства можно использовать в экологически чистом производстве, подбирая наиболее металлоустойчивые культуры, получать экологически безопасную продукцию [2]. Металлоустойчивые формы также могут служить донорами при создании толерантных к загрязнителям сортов растений [3].

Наши мониторинговые исследования по состоянию окружающей среды в Усть-Каменогорском промышленном центре [4,5] показали продолжающееся загрязнение объектов окружающей среды и накопление тяжелых металлов в почвах. В связи с этим были исследованы различные генотипы озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры, для выявления металлоустойчивых видов с целью их дальнейшего использования в производстве или селекционном процессе.

*Объекты и методы исследования.* Объектом исследования явилась озимая пшеница. Эксперименты были выполнены на 7-суточных проростках различных генотипов пшеницы: Мироновская 808 - сорт озимой мягкой пшеницы, Красноводопадская 25 - казахстанский сорт озимой мягкой пшеницы, Купава – российский сорт озимой мягкой пшеницы, МК-3745 – перспективная линия озимой мягкой пшеницы SIMMIT, Triticale – сорт Таза, получен от скрещивания *Triticum aestivum* (мягкой пшеницы) и *Secale* (ржи), *Triticum compactum*, *Triticum timofeevi*, *Triticum monococtum*, *Triticum trianciale*, *Triticum dicocum* – дикие сородичи пшеницы, выращенные на питательной смеси, содержащей 0,1мМ CaSO<sub>4</sub>, ионы Pb в концентрации 200 и 400 мг/л (в виде соли



озимой пшеницы Красноводопадская 25, Мироновская 808, Купава и сорт тритикале Таза.

При выращивании растений на среде, где количество соли свинца достигает 400 мг/л, наименьшее накопление свинца в надземных органах озимой пшеницы, наблюдается в проростках сорта Мироновская 808 и вида *Triticum trianciale*.

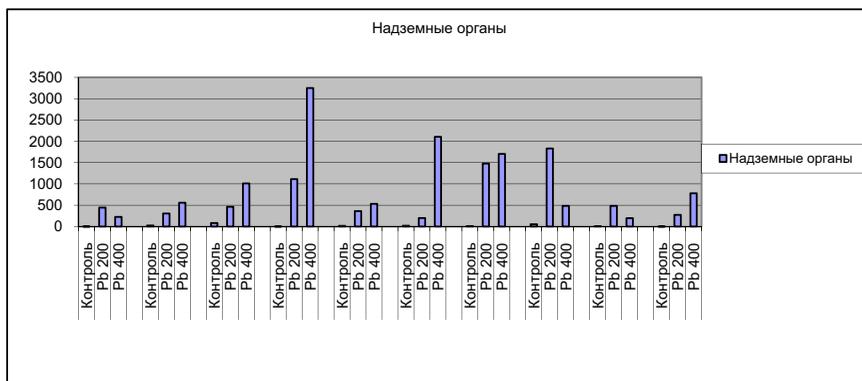


Рис 2.Содержание свинца (мг/кг) в надземных органах проростков различных генотипов озимой пшеницы, при выращивании растений в среде, содержащей 200 мг/л и 400 мг/л  $Pb(NO_3)_2$ .

По результатам исследования накопления свинца в корнях и надземных органах растений различных генотипов озимой пшеницы можно выделить сорта Купава и Мироновская 808 и вид *Triticum timofeevi* как генотипы с наибольшей корневой устойчивостью к действию свинца и сорт Мироновская 808 и вид *Triticum trianciale* как генотипы, устойчивые к транслокации свинца в надземные органы.

### Литература

1. Источники поступления тяжелых металлов и их воздействие на агроэкосистемы / Т.Н. Абрамова, В.К. Кузнецова, Н.Н. Исамова, Н.И. Санжарова // доклады II Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элеметы-биофилы в окружающей среде, Т. 2. -Семипалатинск, 2002, С.413-417.
2. Лукин С.В. Закономерности накопления цинка в сельскохозяйственных растениях / С.В. Лукин, С.В. Солдат, Е.А. Пендюрин // Агрохимия. 1999. № 2, С. 79 – 82.
3. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты снижения содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции / И.М. Молчна // Сельскохозяйственная биология. 1996. № 1. С.55 – 66.

4. Алыбаева Р.А. Исследование содержания экотоксикантов в почве и растениях агроландшафтов в черте города Усть-Каменогорска / Р.А. Алыбаева, Г.Д. Беркинбаев, А.К. Саданов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2006. № 10. С.32 – 34.
5. Беркинбаев Г.Д. Мониторинг загрязнения воды и донных осадков рек Иртыш и Ульба в районе города Усть-Каменогорск / Г.Д. Беркинбаев, Р.А. Алыбаева, Г.В. Федоров // Поиск. № 3. 2005. С.192 – 198.

**А.А. Аникеева, Т.В. Повх, О.Ю. Емеличева**

Липецкий государственный педагогический университет

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ**

Полимерные материалы в настоящее время используются во всех отраслях народного хозяйства и повседневной жизни и из заменителей, в качестве которых они первоначально применялись, превратились в практически незаменимые. Однако повсеместное использование полимеров привело к усилению «химического пресса» на все живое.

Сами гигантские макромолекулы, в которых остатки мономеров соединены прочными химическими связями, не летучи и не несут прямой угрозы окружающей среде. Опасность представляют остатки непрореагировавших мономеров, а также вводимые в полимер в процессе переработки различные пластификаторы, стабилизаторы, красители, наполнители, растворители и продукты их распада. Различные низкомолекулярные вещества неорганической и органической природы и мономеры могут выделяться из полимеров в результате деструктивных процессов, сопровождающихся разрывом химических связей в макромолекулах. Эти вещества, образующиеся при использовании и хранении изделий из определенных полимеров в "агрессивных" для них условиях, поступают в окружающую среду и оказывают негативное действие на живые организмы и, в первую очередь, на человека. Выделяющиеся продукты старения полимерных материалов способны химически взаимодействовать между собой, что нередко сопровождается образованием более токсичных соединений.

Согласно литературным данным [1], количество токсинов, выделяемых полимерными материалами в воздух жилых помещений, достигает 500. При этом ведущие места в соответствии с процентным содержанием занимают такие соединения, как бензол, формальдегид, хлороформ, ацетальдегид, дихлорэтан, фенол, ацетон, толуол, ксилолы. Специалисты, оценивая экологическую ситуацию в помещении и на улице, даже с интенсивным движением автотранспорта, отмечают, что в воздухе

некоторых помещений несравненно больше токсичных веществ, чем в атмосфере [2]. Самые высокие концентрации формальдегида были зарегистрированы в тех квартирах, где недавно был сделан ремонт и установлена новая мебель из ДСП (древесностружечных плит) и ДВП (древесноволокнистых плит), связывающим составляющим которых являются клеи на основе фенолформальдегидных (ФФС) и мочевиноформальдегидных смол (МФС).

Материалы на основе ФФС и МФС практически полностью вытеснили натуральные (из дерева, джута, лубяного волокна и пр.) Прежде всего, это связано с их дешевизной, так как для изготовления древесных плит и фанеры используют отходы от деревоперерабатывающих предприятий: древесные опилки, стружки, щепу - и гораздо более дешевые по сравнению с натуральной древесиной полимерные смолы. Во-вторых, в настоящее время довольно разнообразен ассортимент полимерной продукции, которую к тому же легче обрабатывать.

Выделяющиеся из материалов на основе ФФС и МФС вещества могут вызвать различные заболевания – от повреждений мозга до болезней периферической и иммунной систем. Исследования показали, что именно из-за паров, выделяющихся из тумбочек, шкафов, кроватей, полок и прочей мебели, содержащей МФС, у хозяев квартир наблюдались головные боли, аллергия, нарушение дыхания, обострение хронических заболеваний [3]. Установлена достоверная связь между респираторными инфекциями и наличием в доме строительных материалов, содержащих ФФС [4].

Нами было определено содержание формальдегида в образцах ДВП, включающих в качестве связующего фенолформальдегидные смолы.

Перед проведением измерений образцы ДВП в течение суток выдерживали в специальной климатической камере при определенной температуре, давлении и относительной влажности воздуха. Затем из камеры отбирали пробу воздуха и прогоняли через раствор ацетилацетонового реактива. Полученный раствор выдерживали на водяной бане в течение 30 мин при температуре 40°C.

Содержание формальдегида в растворе определяли фотозлектроколориметрическим методом на КФК-2, используя кювету с шириной рабочего слоя 10 мм и светофильтр с длиной волны  $\lambda_{\max} = 400 \pm 5$  нм.

Концентрация формальдегида в исследуемом объеме воздуха в пересчете на нормальные условия составила 0,015 мг/м<sup>3</sup>, что превышает предельно допустимую концентрацию, установленную Министерством здравоохранения РФ (ПДК = 0,012 мг/м<sup>3</sup>).

Ранее проведенные исследования показали, что обычно выделение формальдегида превышает ПДК лишь для свежеполученных полимерных материалов и в течение месяца, как правило, снижается до уровня ПДК.

Приведенные выше данные опытов относятся к образцам, взятым из ДВП, полученной около 5 лет назад, и свидетельствуют о том, что несмотря на большой промежуток времени, прошедший с момента получения, они продолжают активно выделять формальдегид. Вероятно, исследованные нами образцы ДВП в последнее время хранились в условиях, способствующих протеканию реакций деструкции полимера, сопровождающихся выделением формальдегида (повышенная температура, действие света, высокая влажность и т.д.). Это необходимо учитывать при хранении и эксплуатации изделий из подобных полимеров, чтобы свести опасность отравления и загрязнения окружающей среды к минимуму.

### Литература

1. Лебедев, Н.В. Влияние строительно-отделочных материалов и новой мебели на возникновение респираторных заболеваний у детей / Н.В. Лебедев, В.Д. Фурман, В.А. Кислицина и др. // Гигиена и санитария. – 2004. – № 4. – С. 18-20.
2. Рахманин, Ю.А. Методологические проблемы оценки угроз здоровью человека факторами окружающей среды / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С. 54-55.
3. Токарева, Н.А. Домашняя экология / Н.А. Токарева // Экология и жизнь. – 2005. – № 2. – С. 74-76.
4. Шефтель, В.О. Полимерные материалы (токсические свойства): справочник / В.О. Шефтель. М., 1982. – 232 с.

**О.В. Бабакова<sup>1</sup>, Л.А. Тарханова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ЗАО НПЦ «ЭМОС», г. Саратов, <sup>2</sup>Саратовский государственный технический университет

### **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Развитие промышленности всегда связано с внедрением современных технологий, использующих повышенные температуры, давление и концентрации. Поэтому, к оборудованию, применяемому особенно на химических производствах, предъявляют высокие требования по качеству, безопасности и надежности эксплуатации с целью предотвращения коррозионного разрушения. Учитывая, что при коррозионном разрушении возникает опасность выброса химических веществ в окружающую среду, борьбу с коррозией следует рассматривать как повышение экологической и промышленной безопасности.

Целью данной работы явилась оценка возможности использования современных органических материалов для защиты оборудования и строительных конструкций от коррозии.

В качестве объектов исследования были выбраны два образца полимерных материалов: «геопласт» - гидрозащитное покрытие фирмы «ГеоПласт-М» и «технопласт» - волоконноармированный пластик фирмы ООО «Роял Технолоджис».

Образцы материала геопласт испытывались в лабораторных условиях в растворе роданистого натрия, который обладает высокой коррозионной активностью к металлическим и бетонным материалам. Концентрация роданистого натрия (NaCNS) составляла 10-12%. Экспонирование образцов проводилось при температуре 20-25° С. Длительность испытания составила 40 суток. Определение стойкости полимерного материала проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 12020-72 с изм. 1-3. «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред». Определены два показателя стойкости: по массе и по объему. За время испытаний произошло незначительное изменение линейных размеров образцов и массы полимера. Согласно ГОСТу, рассчитан объем образцов, который до испытания составил:

Образец 1 –  $53,75 \times 32,05 \times 0,75 = 1292,016 \text{ мм}^3$  ;

Образец 2 –  $54,05 \times 32,05 \times 0,75 = 1299,23 \text{ мм}^3$  .

После экспонирования в течение 40 суток объем образцов составил:

Образец 1 –  $53,75 \times 32,05 \times 0,85 = 1464,28 \text{ мм}^3$  ;

Образец 2 –  $54,45 \times 32,05 \times 0,85 = 1475 \text{ мм}^3$  .

Изменение объема составило:

Образец 1 – 13,13%;

Образец 2 – 13,5%.

Допустимое по ГОСТу изменение механических показателей для термопластов составляет (при удовлетворительной стойкости) 10,1 – 15,0 %.

Следовательно, изменение объема исследуемых образцов укладывается в пределы нормы. Изменение массы образцов вычисляли гравиметрически по формуле

$$\Delta M = \frac{(M_1 - M)}{M} \cdot 100\%,$$

где M - масса образца до первого погружения в химический реагент, г; M<sub>1</sub> – масса образца после выдержки его в химическом реагенте, г.

Изменение массы образцов составило:

$$\text{Образец 1 } \Delta M = \frac{(1,3490 - 1,3481)}{1,3481} \cdot 100\% = 0,67\%;$$

$$\text{Образец 2 } \Delta M = \frac{(1,3367 - 1,3357)}{1,3357} \cdot 100\% = 0,75\%.$$

Как видно из полученных данных, изменение массы незначительное, т.е. исследуемый материал практически не сорбирова́л химический реагент и его коэффициент сорбции составил:

для образца 1 –  $0,0009 \text{ г/см}^3$  ;

для образца 2 –  $0,0007 \text{ г/см}^3$  .

Определение химстойкости образцов из материала «ТехноПласт» проводилось в среде гипохлорита натрия ( $\text{NaOCl}$ ).

Исследование проведено с целью подбора химзащиты внутренней поверхности емкостей хранения раствора гипохлорита натрия, который имеет следующий химический состав:

- массовая концентрация активного хлора не менее  $120 \text{ г/дм}^3$ ;

- массовая концентрация щелочи ( $\text{NaOH}$ ) не более  $90 \text{ г/дм}^3$ .

Материал «ТехноПласт» представляет собой волокноармированный пластик на основе эпоксидно-виниловой смолы, застывающей под воздействием ультрафиолетового света. Лабораторные испытания проводились по ГОСТ 12020-72 с изм. 1-3 «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред». Образцы экспонировались в среде раствора гипохлорита натрия при температуре  $20 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Продолжительность испытаний составила 36 суток. Визуальный осмотр образцов показал, что глянцевый блеск утерян; по поверхности образцов были обнаружены единичные язвенные разрушения глубиной 1–2 мм. Среднее значение потери массы образцов составило 2,34%. По четырехбалльной системе оценки стойкости полимерных материалов «ТехноПласт» относится к группе стойких (изменение массы не более +10%).

Таким образом, в процессе проведенных исследований показана возможность использования геопласта для гидроизоляции бетонных конструкций от роданида натрия и ТермоПласта для внутренней химзащиты хранения гипохлорита натрия соответственно.

## Литература

1. Коррозия. Справочник /под ред. Л.Л. Шраера - М.: Металлургия,1981. С. 632.
2. Колзунова Л.Г. Полимерные покрытия на металлах / Л.Г. Колзунова, Н.Я. Коварский - М.: Наука,1976. С.86.
3. Яковлев А.Д. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе / А.Д. Яковлев, В.Ф. Здор, В.И. Каплан– Л.: Химия,1979. С. 256.
4. ГОСТ 1202-72 с изм.1-3 «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред».

**Р.А. Важинский<sup>1</sup>, Ю.В. Красовицкий<sup>2</sup>, И.А. Чугунова<sup>2</sup>,  
Е.В. Романюк<sup>2</sup>, Н.Н. Лобачева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Семилукский комбинат строительных материалов

<sup>2</sup>Воронежская государственная технологическая академия

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ В ТЕХНИКЕ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ**

Пылевые выбросы промышленных предприятий зависят от состава сырья, вида топлива, климатологической и топографической характеристики объекта, выбора технологических аппаратов и системы мероприятий по снижению запыленности техносферы, квалификации персонала и финансовых возможностей администрации.

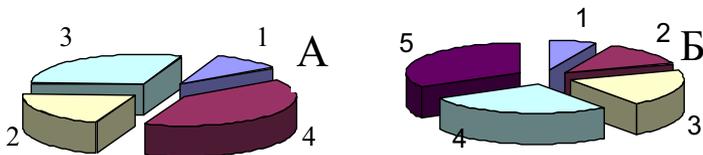
Сравнительные технико-экономические показатели различных пылеуловителей приведены в таблице [1].

Технико-экономические показатели некоторых пылеуловителей

Показатель	Циклон НИИОГАЗа	Центробежный скруббер (ВГИ)	Рукавный фильтр РФГ	Электрофильтр горизонтальный четырёхпольный ПГД-4	Зернистый фильтр (ФРГ)
Степень очистки, %	60-80	80-95	99,0-99,4	99,5-99,7	98-99,15
Расход воды/ 1000 м <sup>3</sup> газа, м <sup>3</sup> /ч	-	150·10 <sup>-3</sup>	-	-	-
Расход электроэнергии (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), кВт/ч	0,2-0,26	0,3	0,46	1,4	0,5
Капитальные затраты (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), руб.	420	258,2	504	1876	943-1876
Эксплуатационные затраты (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), руб.	2.5	2.83	4.9	8.12	0,25-0,64

Структуры капитальных затрат и себестоимости зернистых фильтров несвязанного типа показаны на рисунке.

Зернистые фильтры перспективны в отраслях, где их применение обеспечивает заметное снижение брака, повышение надежности основного технологического оборудования, существенное сокращение затрат на производство, уменьшение импорта и улучшение условий труда.



. Структура затрат на очистку пылегазового потока фильтрами с несвязанным зернистым слоем:

А – капитальные затраты; 1 – оборудование 40-60%; 2 – монтажные работы 16-20%; 3 – строительные работы 30 - 45%; 4 – прочие до 6%.

Б – себестоимость: 1 – материалы 30 - 38%; 2 – энергетические затраты 15-37%; 3 – заработная плата с начислениями 10-43%; 4 – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования 20-32%; 5 – прочие 7-11%

Фильтры являются элементами оборудования, затраты на них входят в его себестоимость. При расчете экономической эффективности они включаются в производственные, основные и оборотные фонды; их стоимость входит в капитальные вложения. Экономическую эффективность зернистых фильтров со связанной структурой слоя рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E} = [(M_1 + \varepsilon_n \Phi_1 (P_2 / P_1)) - (M_2 + \varepsilon_n \Phi_2) + S_n (n_2 - n_1) / n_1] K,$$

где  $\mathcal{E}$  – сумма экономии в год;  $M_1, M_2$  – стоимость ремонта оборудования по базисному и внедряемому вариантам;  $\varepsilon_n$  – отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,2);  $\Phi_1, \Phi_2$  – стоимость комплекта фильтров для единицы оборудования;  $P_1, P_2$  – сроки службы фильтров;  $S_n$  – сумма затрат на производство, остающихся неизменными при увеличении выпуска продукции;  $n_1, n_2$  – объем производства в натуральных измерителях в год;  $K$  – число требуемых комплектов фильтров [2].

## Литература

1. Aerodynamische Verfahren zur Erhöhung der Leistungserzeugung der Entstaubung: monographie. J. V. Krasovickij, P. Baltrėnas, B. G. Kolbeschkin, V. P. Dobrosotskij, G. V. Koltsov. Vilnius: Technika, 2006. - 352 s.

2. Энергосберегающее пылеулавливание при производстве керамических пигментов по «сухому» способу / В. А. Горемыкин, Ю. В. Красовицкий, С. Ю. Панов, А. В. Логинов /; под науч. ред. к.т.н. В. А. Горемыкина и д.т.н., проф. Ю. В. Красовицкого. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 296 с.

**С.С. Воронич, С. П. Тимошук, А. А. Пухова, А. Г. Хлопаев,  
Ю. С. Шадская**

Аналитическая лаборатория ГУП г. Москвы «Государственный  
природоохранный центр» ДПиООС, г.Москва

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ СНЕГОСПЛАВНЫХ УСТАНОВОК (НА ПРИМЕРЕ г. МОСКВЫ)**

В крупных городах России применяются различные методы борьбы со снежным покровом, в т.ч. сбор снега и дальнейшее его плавление на снегосплавных пунктах (ССП). Различают следующие виды ССП:

1) **ССП на тепловой энергии канализации.** Конструкция ССП, функционирующего на тепловой энергии хозяйственно-фекальной канализации, предусматривает совмещение в одном сооружении снегосплавной камеры и песколовки, где происходит полное таяние и осаждение 95 % взвесей. Неравномерность поступления снежных масс сглаживает буферная площадка, где происходит складирование. Основным недостатком – жесткая привязка к местным условиям.

2) **ССП на сбросных водах ТЭЦ.** Считается, что наиболее оптимально данный процесс происходит в теплообменнике, однако применение стоков теплостанций, обладающих невысокой (+18...+20 °С) или низкой (+10 °С) температурой, делает такого рода сооружения неэффективными. Единственно действенным оказалось растапливание снежно-ледяной массы непосредственно в водах с последующим получением смеси сбросов и талого снега, вследствие чего конструкция подобного ССП аналогична канализационному варианту, однако при этом ему требуется более высокая степень очистки, которая достигается путем дополнительного извлечения из полученной смеси нефтепродуктов и тонких взвесей посредством маслотовушек и прудов-отстойников.

3) **Естественное таяние.** Складирование снега с последующим его естественным таянием – самый экономичный способ его утилизации. Процесс этот длительный и характеризуется постепенным оттоком талых вод в небольших количествах. Он требует очистки стоков специально установленными фильтрами. Основной недостаток – необходимость использования для утилизации значительных площадей.

4) **ССП на теплосети.** Устройство ССП на городской теплосети возможно только там, где есть свободные мощности (для этого требуется не менее 2 Гкал в час тепловой энергии). Принцип работы следующий: оборуется пункт, разогревающий талую воду за счет энергии теплосети,

затем нагретая таким образом вода разбрызгивается на поступающую через молотковую дробилку снежно-ледяную массу и обеспечивает ее таяние. Удаление собранного в песколовке осадка осуществляется периодически, по мере его накопления, с помощью грейфера [1].

5) **ССП на дизельном топливе.** Там, где нет возможности построить вышеперечисленные пункты, устанавливаются ССП, использующие дизельное топливо. На них утилизация снега происходит за счет контакта с горячей водой, нагретой в теплообменнике. Для ее нагрева в теплообменник подается насыщенный пар, генерация которого осуществляется в котельной установке, работающей на дизельном топливе. Основным недостаток – использование топлива делает переработку снега дороже (на плавление 1 м<sup>2</sup> снежной массы уходит около 3 л топлива). Компенсировать цену можно только за счет сокращения плеча перевозки.

6) **Передвижные снегосплавные установки (ПССУ).** Именно этот вид снегоудаления на сегодняшний день нашел самое широкое применение в городе Москве.

В 2008-2009 году было закуплено 156 единиц ПССУ, из которых 132 единицы – отечественного производства, это машины СТМ-11 и СТМ-12 (ЗАО «ВНИИстройдормаш»); СПУ-5, СПУ-10 и СПУ-40 (ООО «ВТК-Пром»), и 24 единицы техники канадского и американского производства (Трекан 20PD-MX, 60PD-MX и 80PD-MX; Snow Dragon) [2].

Установки, выполненные ЗАО «ВНИИстройдормаш» (рис.1) и ООО «ВТК-Пром» (рис.2), представляют собой водогрейные котлы в виде бункеров, в которых за счет тепла, выделяемого горелками (от 1 до 4 и более), работающими на дизельном топливе, происходит таяние загруженного в них снега. Для интенсификации процесса таяния снежной массы предусмотрен полив её талой водой, забираемой в зоне жаровых труб. Сброс талой воды осуществляется в канализационные сети, для чего предусмотрены средства присоединения к колодцам городской канализационной сети [3,4].



Рис.1. СТМ-12 (ЗАО «ВНИИстройдормаш»)

Принцип действия ПССУ фирмы TRECAN (рис.3) заключается в следующем. Снег загружается в заполненный водой резервуар с системой

погружных горелок, которые обеспечивают сжигание топлива ниже водяного уровня, а продукты сгорания «пробулькивают» через слой талой воды (эффект «холодного кипения»). Происходит конденсация паров, образующихся при сгорании, и увеличивается теплоотдача. КПД устройства достигает 98 % по высшей теплоте сгорания топлива [1,4].



Отметим основные преимущества ПССУ: относительно низкая стоимость, возможность сезонного размещения без получения землеотводов, сложных согласований и постоянного подключения к инженерным сетям, сохранение дорогих городских земель для пользования. Достоинством также является и максимально возможное сокращение или даже исключение плеча вывоза снега.

Из недостатков отметим экологические проблемы, возникающие при эксплуатации ПССУ. К ним в первую очередь относится загрязнение атмосферного воздуха веществами, содержащимися в продуктах горения дизельного топлива.



Продукты горения дизтоплива представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Всего они содержат около 280 компонентов, продукты полного сгорания топлива (диоксид углерода  $\text{CO}_2$  и водяной пар  $\text{H}_2\text{O}$ ), вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота  $\text{NO}_x$ ), продукты неполного сгорания топлива (монооксид углерода  $\text{CO}$ , углеводороды  $\text{CH}$ ), дисперсные твердые

частицы, основным компонентом которых является сажа, а также оксиды серы, альдегиды, продукты конденсации и полимеризации. Кроме продуктов сгорания топлива, в отходящих газах дизелей присутствуют продукты сгорания смазочного масла и вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу.

Наиболее массовыми компонентами отходящих газов (ОГ) являются атмосферный азот, диоксид углерода (углекислый газ), пары воды и избыточный кислород. На большинстве эксплуатационных режимов их суммарный объем в ОГ составляет 90-95%. Из этих основных компонентов лишь углекислый газ относится к слабotoксичным веществам. Объемная концентрация токсичных веществ в ОГ сравнительно невелика и составляет 0,2-2,0%. При этом около 80-95% от общей массы токсичных компонентов ОГ приходится на долю пяти основных компонентов:  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_x$ , альдегиды и диоксид серы.

В ОГ может содержаться до 200 различных углеводородов, представляющих следующие гомологические ряды: алканы или парафины, алкены или олефины, цикланы или нафтены, алкины, ароматические углеводороды (в том числе полициклические ароматические углеводороды ПАУ).

Наиболее значимыми из них являются легкие газообразные углеводороды, ароматические углеводороды и ПАУ. К группе легких газообразных углеводородов относятся метан, этан, пропан, этилен, пропилен, ацетилен и др.

Из более тяжелых углеводородов следует отметить ароматические углеводороды – бензол, толуол, ксилол, этилбензол и др. Для ОГ более характерны высокомолекулярные ПАУ (около 20 видов). Основой этих углеводородов является структура, называемая бензольным ядром, в которую входят шесть атомов углерода, соединенных в кольцо, с тремя одинарными и тремя двойными связями. Некоторые ПАУ, кроме бензольного ядра, имеют одну или несколько боковых цепей. В ОГ содержатся в основном углеводороды, в молекулы которых входят две, три и четыре кольцевые структуры и 12-20 атомов углерода. Наиболее представительными из них являются неканцерогенные пирен, флуорантен и слабotoксичный хризен, а наиболее опасными – имеющий сравнительно высокую концентрацию в ОГ фенантрен, бензо(б)флуорантен, бензо(ј)флуорантен и особенно бенз(а)пирен. Доля бенз(а)пирена в суммарном выбросе ПАУ составляет до 3,7%.

Кроме того, в ОГ содержатся частицы сажи. Частицы сажи представляют собой пористые формирования углерода  $\text{C}$ , имеют неправильную форму и линейные размеры 0,1-100 мкм (преимущественно от 0,2 до 5,0 мкм). Сажа - не единственное твердое вещество, содержащееся в ОГ. Другие твердые вещества – сульфаты (соли оксидов

серы) образуются при сгорании серы и ее соединений, содержащихся в топливе и масле. Кроме того, в выхлопных газах присутствуют твердые вещества, образующиеся в результате сгорания моторного масла, а также металлы (железо, никель, медь, цинк и др.) и их оксиды, являющиеся продуктами износа деталей двигателя и компонентами присадок к топливу и моторному маслу.

При сгорании серы и ее соединений, содержащихся в топливе и масле, кроме твердых частиц, образуются неорганические газы – диоксид серы (сернистый ангидрид) и триоксид серы (серный ангидрид), а также сероводород.

Кислородсодержащие углеводороды – альдегиды являются продуктами неполного сгорания и образуются на ранних стадиях окисления углеводородов топлива. В основном это формальдегид (муравьиный альдегид), ацетальдегид и акролеин. В ОГ на формальдегида приходится 71-91% от общего содержания альдегидов, на долю акролеина – 9-22%. Остальные 10-15% составляют ряд других альдегидов (ацетальдегид, толуальдегид, бензальдегид, фурфурол).

Кроме перечисленных токсичных компонентов, в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания могут присутствовать также фенолы, нитрофенолы, эфиры фенолов и сложные эфиры, спирты, кетоны, нитропирены, гетероциклические соединения, в состав кольцевой структуры которых наряду с атомами углерода входят атомы кислорода, азота, серы и ряда других веществ [6].

В заключение приведем некоторые исследования авторов, проведенные в 2008-2009 годах, посвященные определению концентраций различных загрязняющих веществ в отходящих газах, образующихся при сжигании дизтоплива в некоторых видах ПССУ. Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Результаты исследований отходящих газов ПССУ  
(концентрация, мг/м<sup>3</sup>)

Вещество	СТМ-11(12)	СПУ-5 (10,40)	Трекан (20PD-MX, 60PD-MX и 80PD-MX); Snow Dragon
Азота оксиды	100,0-225,5	100,0-225,5	62,0-133,3
Углерода монооксид	<5,0	<5,0	62,5-125,0
Серы диоксид	<15,0	<15,0	<15,0
Формальдегид	0,10-1,00	0,10-1,00	0,10-1,00
Углеводороды (суммарное содержание)	3,0-6,0	4,0-7,0	10,0-15,0

Отметим, что исследования проводились в соответствии с утвержденными методиками количественного химического анализа с использованием современного аналитического оборудования. На сегодняшний день данные исследования продолжаются.

### Литература

1. Корецкий В. Экологичное снегосплавление. В. Корецкий // Коммунальный комплекс России. – 2006 - №2 (20).
2. Материалы сайта [электронный ресурс]. – Режим доступа. – <http://www.napresne.info/>
3. Материалы официального сайта ЗАО «ВНИИстройдормаш» [электронный ресурс]. – Режим доступа. – <http://www.vniisdsm.ru/>
4. Материалы официального сайта ООО «ВТК-Пром» [электронный ресурс]. – Режим доступа. – <http://www.vtk-prom.ru/>
5. Материалы официального сайта фирмы «Trecan» (Канада) [электронный ресурс]. – Режим доступа. – <http://trecan.com/>
6. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей/ В.А. Марков, Р.М. Баширов, И.И. Габитов. 2-е изд., перераб.и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002

**Н.Л. Воропаева, И.Н. Рубан, К.М. Юсупов, М.Д. Шарипов,  
Ю.Б. Саимназаров**

Узбекский научно-исследовательский институт риса,  
ООО «БИОНАНОТЕХ», Узбекистан, Ташкент

### **ТЕХНОЛОГИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ РИСА ОТ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ, А ТАКЖЕ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ (НАНО)ЧИПОВ**

В последние годы наметилась тенденция расширения посевов риса в рисосеющих регионах, в том числе в Республике Узбекистан, возрос потребительский спрос на зерно риса и продукты переработки этой сельскохозяйственной культуры. Существенно выросли цены на рис.

Для заполнения внутреннего рынка необходимым количеством зерна и получения конкурентоспособной продукции на внешнем рынке необходима разработка новых экологически безопасных технологий возделывания культуры риса, ее защиты от биотических и абиотических негативных факторов окружающей среды и хранения зерна без потерь качества продукции.

Известно, что наибольший ущерб получению урожая зерна риса и его хранению наносят вредители этой культуры. При этом потери достигают от 30 до 50%. В рисосеянии Узбекистана значительные потери урожая и качества получаемой продукции обусловлены отрицательным воздействием вредителей и фитопатогенов. Для борьбы с этими негативными факторами используют целый ряд инсектофунгицидов в сроки, оптимальные для защиты семян и растений риса, а также технологии сохранения хозяйственно- полезных признаков этой культуры при хранении зерна в зернохранилищах.

Используемые в настоящее время инсектофунгициды для комплексной защиты растений от вредителей и возбудителей заболеваний часто бывают достаточно токсичными, и поэтому разработка экологически менее опасных или безопасных технологий в рисосеянии является актуальной задачей. При этом возможна реализация двух путей в решении этой задачи. Во-первых, необходимо использовать экологически безопасные и малотоксичные средства защиты растений, а во-вторых, уменьшать расходы инсектофунгицидов с сохранением их эффективности путем разработки технологий, направленных на снижение норм использования средств защиты растений. Это позволяет уменьшить загрязненность экосистемы экотоксикантами и существенным образом достичь экономии средств на закупку дорогостоящих препаратов. Поэтому целью выполняемых исследований является усовершенствование технологии защиты культуры риса от вредителей, фитопатогенов и зерна от амбарных вредителей с применением (нано)чипов.

Реализация поставленной цели достигается за счет разработки (нано)чипов на основе тонкодисперсных природных минералов, наполненных инсектофунгицидами и обладающими определенным типом активности. При этом для защиты растений от болезней и вредителей, а также зерна при хранении (нано)чипы вводятся в почву, на поверхность семян и в места хранения зерна.

В качестве носителя для адсорбционной иммобилизации различных инсектофунгицидов (биологически активных (нано)чипов), а также микробиологических биопрепаратов нами используется местное минеральное сырье – вермикулит [1,2]. Вермикулит – это высокопористый адсорбент, имеющий развитую внутреннюю поверхность. Вермикулит - минерал с широким спектром физико-химических свойств. Он обладает уникальной способностью вспучиваться при нагреве и превращаться в эффективный теплоизоляционный материал, обладающий ионообменными и сорбционными свойствами, высокой способностью поглощать и удерживать жидкости и газы в широком диапазоне температур. Вермикулит выступает, с одной стороны, как источник минеральных веществ и микроэлементов (удобрения), с другой – позволяет улучшить

плодородие почв в качестве структурообразователя почв, а также за счет оптимизации солевого состава.

Таким образом, вермикулит, обладая комплексом физико-химических свойств и структурных особенностей, нами используется для изготовления (нано)чипов с заданным типом активности в сельскохозяйственном производстве, в частности, в рисосеянии. Разрабатываемая комплексная технология защиты растений риса от возбудителей болезней и вредителей, а также зерна при хранении позволяет получать экологически безопасную продукцию и способствует восстановлению плодородия почв. При этом особенно велики перспективы применения вспученного вермикулита в современных агробиотехнологиях [3-11].

### Литература

1. Ходжаев Н.Т. Перспективы поисков и практического использования мелкогабаритных слюд в национальном хозяйстве Узбекистана / Н.Т Ходжаев // Горный вестник Узбекистана. -. 2006. №1.
2. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан. –Ташкент: Университет, 1998. -723 с.
3. цит. по [www.vermiculite.kiev.ua/vermiculite.htm](http://www.vermiculite.kiev.ua/vermiculite.htm) · 12 КБ
4. цит. по [www.vermiculit.narod.ru](http://www.vermiculit.narod.ru) · 19КБ
5. цит. по [www.ficusweb.ru/vermiculit.html](http://www.ficusweb.ru/vermiculit.html) · 17КБ
6. цит. по [www.flowers-house.ru/article\\_162.html](http://www.flowers-house.ru/article_162.html) · 40 КБ
7. цит. по [www.tstan.ru/cat/94/](http://www.tstan.ru/cat/94/) · 42 КБ
8. цит. по [www.troymir.com.ua/index.php?page=comp\\_news&start=250&id=57](http://www.troymir.com.ua/index.php?page=comp_news&start=250&id=57) · 90КБ
9. цит. по [www.vashdom.ru/articles/vermiculit\\_1.htm](http://www.vashdom.ru/articles/vermiculit_1.htm) · 47 КБ
10. цит. по [www.kovsluda.ru/vermik\\_1.html](http://www.kovsluda.ru/vermik_1.html) · 11 КБ
11. цит. по [www.catalogmineralov.ru/mineral/380.html](http://www.catalogmineralov.ru/mineral/380.html) · 22 КБ

**О.С. Гигина, Н.А. Быковский, Е.А. Кантор**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

### **МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

На предприятиях приборостроения одним из наиболее экологически опасных видов производств являются гальванохимические процессы, в том числе и процессы, применяемые при изготовлении печатных плат. В этих процессах применяют химикаты более 100 наименований, значительное количество которых переходит в твердые, жидкие и

газообразные отходы, обычно содержащие токсичные вещества, немалая доля из которых является ценными материалами.

Потери ценных материалов увеличиваются пропорционально росту производства и достигают очень больших значений. Так, например, на предприятиях автомобильной промышленности ежегодно со сточными водами теряется по 5 тыс. тонн солей таких ценных цветных металлов, как никель, медь, цинк, хром.

Общепринятая система обезвреживания сточных вод промышленных предприятий предусматривает перевод особо токсичных веществ, таких как цианиды и соединения шестивалентного хрома, в нетоксичные соединения реagentным методом. Затем в больших по объему резервуарах, где соединяются кислотные и щелочные стоки в присутствии избытка щелочей, соли металлов переводятся в гидроокисную форму, отделяются от воды и в виде шлама увозятся с предприятия для захоронения.

Более совершенный ионно-обменный метод позволяет достичь более высокой степени очистки, допускающей возврат основной массы воды в производство. Тем не менее, и этот метод также влечет за собой значительные потери дополнительных материалов (серная кислота, щелочи) в виде элюатов, затрачиваемых на периодическую обработку ионно-обменных смол с целью их регенерации. В результате регенерации ионно-обменных смол образуются сульфаты металлов, которые направляются в нейтрализаторы, осаждаются в виде гидроокисей, обезвреживаются и также поступают в отвал.

На некоторых предприятиях внедрен электрокоагуляционный метод обезвреживания (ЭКО), который предусматривает электрохимическую обработку сточных вод с целью восстановления на катоде соединений шестивалентного хрома и коагуляцию различных загрязнений продуктами анодного растворения стальных электродов.

В конечном итоге образуются шламы, аналогичные тем, которые имеют место при reagentном способе обезвреживания стоков. Попытки организовать централизованный сбор шламов не дали ожидаемого эффекта, так как извлечение из них металлов – никеля, хрома, цинка, кадмия, меди и других, присутствующих одновременно в различных концентрациях, является сложной технической задачей. Кроме того, централизованный сбор и захоронение не решают проблем охраны окружающей среды.

Исключение потерь ценных материалов со сточными водами, возврат их в производство являются важнейшей задачей современной гальванотехники, задачей создания безотходной технологии. Более важным является теперь не совершенствование очистных сооружений, а отказ от них и принципиально новый подход при проектировании

гальванических цехов, предусматривающий применение локальных устройств для возврата материалов в гальванические ванны.

Для достижения поставленной цели — создания безотходного производства требуется разработка и установка некоторых видов специального оборудования, поэтому в качестве первого этапа данной работы следует приступить к осуществлению малоотходной технологии, направленной на значительное сокращение отходов гальванического производства и на максимальную утилизацию продуктов, содержащихся в отходах.

Особое место в создании малоотходных технологий занимают способы утилизации меди из отработанных растворов травления, применяемых при производстве печатных плат.

Нами была проведена электрохимическая обработка отработанного кислотного раствора травления, содержащего  $\text{CuCl}_2$  (118 г/л в пересчете на металл) и  $\text{HCl}$  (72 г/л). Такие растворы используются для процессов, в которых защита проводящего рисунка платы от вытравливания осуществляется фоторезисторами.

В результате проведенных исследований предложена схема утилизации меди из отработанных травильных растворов. Отработанные растворы из травильных ванн с концентрациями меди порядка 100 – 140 г/л перекачиваются насосом в накопитель. После корректировки концентрации меди до 50-80 г/л водой раствор перекачивается в ванну электролизера. В качестве катодов используют титановые пластины, анодов - графитовые пластины. Катодная плотность тока составляет 500 - 1000  $\text{A/m}^2$ . При проведении процесса необходимо поддерживать температуру раствора на уровне 28 – 45°C. После извлечения из раствора меди он сбрасывается в канализацию. Остаточная концентрация меди в растворе порядка 2-3 г/л, степень очистки – 95%. Катоды с осевшей на них медью поднимаются из ванн, подвешиваются на подвесах для стекания с них остатков раствора. Затем опускаются на поддон и очищаются скребками от осевшей на них меди. На поддоне медь сушится при температуре 50-60 °C в течение часа.

Московский государственный университет инженерной экологии

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ, СНИЖАЮЩИХ ПЫЛЕВЫЕ  
ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ, ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В большинстве случаев источниками ухудшения экологии окружающей среды города и близлежащих населенных пунктов являются предприятия, связанные с производством химических продуктов.

Крупные промышленные предприятия, являясь одновременно градообразующими и средой обитания населения – объект пристального внимания многих служб и организаций как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации производственного оборудования.

Загрязнение окружающей среды промышленных городов, имеющих развитую химическую промышленность, в значительной мере зависит от состояния и применения экологически безопасной техники и технологий.

Известно, что пылевые выбросы в атмосферу, представляющие собой мелкие, не модифицированные частицы основного продукта, а также утечки технологических веществ значительно ухудшают экологическое состояние промышленных городов.

Как правило, первые зависят от совершенства применяемого оборудования, вторые – от исправности его элементов и параметров технологического процесса [1].

Так, например, при производстве минеральных удобрений башенным способом (методом приллирования) кристаллизующиеся мелкие капли расплава продукта не опускаются на дно гранбашни, а выносятся в атмосферу вместе с охлаждающим их воздухом.

Объемы уноса мелкой фракции образующихся гранул продукта существенно зависят от конструктивно-технологических параметров элементов оборудования и, в первую очередь, гранулятора.

В работе [2] показано, что содержание частиц аммиачной селитры в воздухе, выбрасываемом установками с типовой грануляционной башней диаметром 16 м, составляет в среднем 0,3 г/м<sup>3</sup>. Учитывая, что расход воздуха через одну грануляционную башню составляет 300000 – 400000 м<sup>3</sup>/час, общее количество выбрасываемого продукта за год может достигнуть примерно 900 т.

Образование мелкой фракции гранул, ухудшающее качество конечного продукта, наряду с другими факторами является следствием несовершенства конструкции разбрызгивающего (диспергирующего) расплава продукта – гранулятора.

В МГУИЭ проводятся работы по созданию и исследованию методов и средств, направленных на совершенствование конструкции и технологии изготовления диспергирующих устройств, позволяющих стабилизировать показатели качества продукта.

За основу принят известный способ наложения звуковых волн, создаваемых вибратором, на истекающие из отверстия гранулятора струи. Распад струй приближается к регулярному, капли становятся близкими по размеру, а продукт – однородным.

Однако имеющееся оборудование с вибраторами эффективно только при расчётных параметрах [2]. При отклонении расхода от номинального распад перестаёт быть однородным, что приводит к образованию так называемых капель-спутников, которые, застывая в полете внутри гранбашни, превращаются в гранулы мелкой фракции.

Согласно теории Рэлея, вероятностная частота образования капель маловязкой жидкости при распаде струй зависит от скорости истечения струй и диаметра отверстий:

$$f_p = \frac{w_1}{4,51d_o}, \quad (1)$$

где  $f_p$  – частота образования капель, Гц;

$w_1$  – скорость истечения струи жидкости из отверстия, м/с;

$d_o$  – диаметр отверстия, м.

Перфорированное днище гранулятора имеет фиксированное количество отверстий одинакового диаметра, поэтому частота образования капель изменяется прямо пропорционально скорости  $w_1$ , т.е. расходу диспергируемой жидкости. В то же время частота источника вынуждающих колебаний (вибратора) у существующих грануляторов остается постоянной, совпадающей с частотой образования капель при номинальной нагрузке, что и приводит к неоднородности грансостава при изменениях нагрузки.

Стабилизация размеров капель при разбрызгивании в условиях нестационарной нагрузки может быть достигнута при создании устройства, действие которого не зависело бы от изменения расхода.

Задача решается путем выполнения вибратора в виде упругой металлической нити (струны). Принцип работы такого резонатора аналогичен ультразвуковому гидродинамическому излучателю, в котором звуковые колебания образуются за счет резонанса частот собственных колебаний упругого элемента (заостренной пластины или стержня) и отрыва вихрей, возникающих при его обтекании.

Частота собственных колебаний струны равна

$$f_c = \frac{1}{ld} \sqrt{\frac{T}{\rho_c \pi}}, \quad (2)$$

где  $l, d$  – соответственно длина и диаметр струны, м;

$T$  – сила натяжения струны, Н;

$\rho_c$  – плотность материала струны, кг/м<sup>3</sup>.

Из (2) следует, что при фиксированных геометрических размерах частота собственных колебаний струны, в отличие от пластины или стержня, может быть изменена путём изменения силы натяжения.

Частота отрыва вихрей при обтекании струны определяется соотношением

$$f_{\text{вих}} = \frac{wS}{D}, \quad (3)$$

где  $w$  – скорость затопленной струны, обтекающей струну, м/с;

$D$  – диаметр цилиндра, м;

$S$  – безразмерная частота отрыва вихрей, т. е. число Струхала. При числах  $Re$  больше 1000  $S$  практически постоянно и равно 0,21.

Из (1) и (3) следует, что изменение частот распада струи и отрыва вихрей прямо пропорционально изменению скоростей потоков, которые, в свою очередь, таким же образом изменяются в зависимости от расхода (нагрузки). Если конструктивно обеспечить возможность изменять частоту собственных колебаний струны (2) также прямо пропорционально нагрузке, можно добиться согласования всех трех частот во всем диапазоне изменения нагрузки на гранулятор.

Представленный принцип позволяет добиться синхронности изменения частот вынуждающих колебаний вибровозбудителя и образования капель во всем диапазоне нагрузки по диспергируемой жидкости и тем самым повысить однородность грансостава готового продукта.

Вышеописанный принцип работы вибратора прошел проверку на промышленном экземпляре диспергатора с использованием воды в качестве диспергируемой жидкости. В результате эксперимента было зафиксировано линейное изменение частот возникающего звука в зависимости от изменения расхода, а также их удовлетворительное совпадение с частотами образования капель и отрыва вихрей. При изменении нагрузки распад происходил практически без образования мелких капель-спутников.

## Литература

- 1.. Обеспечение качества нефтехимического оборудования / А.Д. Никифоров, В.И. Колчков, М.И. Поликарпов – М.: Машиностроение, 1984. – 174 с.
2. Технология аммиачной селитры / под ред. В. М. Олевского. – М.: Химия, 1978. – 312 с.

## **СОРБЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ УЛАВЛИВАНИИ АММИАКА В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСАХ**

Газы в промышленности обычно загрязнены вредными примесями, поэтому очистка широко применяется на предприятиях для технологических и санитарных (экологических) целей. Промышленные способы очистки газовых выбросов от газо- и парообразных токсичных примесей можно разделить на три группы:

- 1) абсорбция жидкостями;
- 2) адсорбция твердыми поглотителями;
- 3) каталитическая очистка.

В меньших масштабах применяются термические методы сжигания (или дожигания) горючих загрязнений, способ химического взаимодействия примесей с сухими поглотителями и окисление примесей озоном.

Абсорбция жидкостями применяется в промышленности для извлечения из газов диоксида серы, сероводорода и других сернистых соединений, оксидов азота, паров кислот ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), диоксида и оксида углерода, аммиака, разнообразных органических соединений (фенол, формальдегид, летучие растворители и др.)

Абсорбционные методы служат для технологической и санитарной (экологической) очистки газов. Они основаны на избирательной растворимости газо- и парообразных примесей в жидкости (физическая абсорбция) или на избирательном извлечении примесей химическими реакциями с активным компонентом поглотителя (хемосорбция). Абсорбционная очистка - непрерывный и, как правило, циклический процесс, так как поглощение примесей обычно сопровождается регенерацией поглотительного раствора и его возвращением в начало цикла очистки. При физической абсорбции (и в некоторых хемосорбционных процессах) регенерацию абсорбента проводят нагреванием и снижением давления, в результате чего происходит десорбция поглощенной газовой примеси и ее концентрирование.

Большинство хемосорбционных процессов газоочистки обратимы, т.е. при повышении температуры поглотительного раствора химические соединения, образовавшиеся при хемосорбции, разлагаются с регенерацией активных компонентов поглотительного раствора и десорбцией поглощенной из газа примеси. Этот прием положен в основу регенерации хемосорбентов в циклических системах газоочистки.

Недостаток абсорбционного метода состоит в том, что применяемые аппараты обеспечивают достаточно высокую степень извлечения вредных примесей (до ПДК) и полную регенерацию поглотителей только при большом числе ступеней очистки. Поэтому технологические схемы мокрой очистки, как правило, сложны, многоступенчаты, и очистные реакторы имеют большие объемы.

Адсорбционные методы применяют для различных технологических целей – разделение парогазовых смесей на компоненты с выделением фракций, осушка газов и для очистки газовых выхлопов. В последнее время адсорбционные методы выходят на первый план как надежное средство защиты атмосферы от токсичных газообразных веществ, обеспечивающее возможность концентрирования и утилизации этих веществ.

Адсорбционные методы основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определенных компонентов при помощи твердых адсорбентов – твердых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью  $S_{уд}$ . Промышленные адсорбенты, чаще всего применяемые в газоочистке, – это активный уголь, силикагель, алюмогель, природные и синтетические цеолиты (молекулярные сита). Основные требования к промышленным сорбентам – высокая поглотительная способность, избирательность действия (селективность), термическая устойчивость, длительная служба без изменения структуры и свойств поверхности, возможность легкой регенерации. Чаще всего для очистки газов применяют активный уголь благодаря его высокой поглотительной способности и легкости регенерации.

Общие достоинства адсорбционных методов очистки газов таковы:

- 1) глубокая очистка газов от токсичных примесей;
- 2) сравнительная легкость регенерации этих примесей с превращением их в товарный продукт или возвратом в производство.

Адсорбционный метод особенно рационален для удаления токсичных примесей, содержащихся в малых концентрациях, т.е. как завершающий этап санитарной очистки отходящих газов.

Недостатки большинства адсорбционных установок – периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов. Применение непрерывных способов очистки в движущемся и кипящем слое адсорбента частично устраняет эти недостатки, но требует высокопрочных промышленных сорбентов, разработка которых для большинства процессов еще не завершена.

Каталитические методы очистки газов основаны на реакциях в присутствии твердых катализаторов, т.е. в отличие от рассмотренных

методов примеси не извлекаются из газа, а трансформируются в безвредные соединения, легко удаляемые из газового потока.

Между адсорбционными и каталитическими методами нет резкой границы, так как такие традиционные адсорбенты, как активный уголь, цеолиты, служат активными катализаторами для многих химических реакций. Очистку газов на адсорбентах-катализаторах называют адсорбционно-каталитической.

В нашей работе мы исследовали адсорбцию аммиака на активном угле и силикагеле. Аммиак используется в химической промышленности при производстве минеральных удобрений и азотной кислоты. Но наиболее широко он применяется в качестве хладагента в холодильных установках на предприятиях пищевой промышленности. На этих предприятиях возможны утечки газа, что является опасным как для работающих на предприятии, так и для населения близлежащих районов. Аммиак, как известно, относится к аварийно химически опасным веществам. Он является токсичным веществом. Поэтому улавливание его в вентиляционных выбросах является актуальной задачей. Нами использовался адсорбционный метод поглощения аммиака.

Готовились растворы аммиака разной концентрации в соответствии с данными справочника [1]. В соответствии с этими данными объемная концентрация водяных паров в этих условиях в 1,5-1,6 раза меньше, чем аммиака. Следовательно, преимущественно сорбируется аммиак.

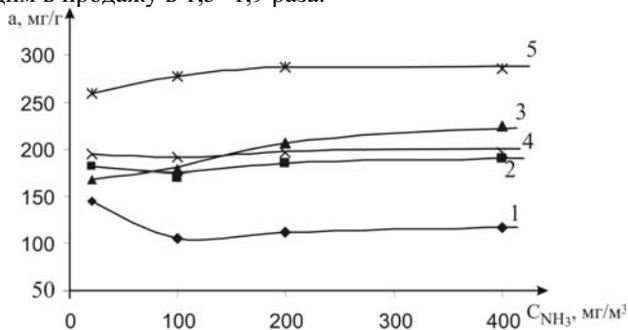
Адсорбция изучалась в статических условиях из одного и того же объема газа вплоть до установления равновесия. Адсорбционная емкость сорбентов определялась количеством адсорбата, поглощенного единицей массы адсорбента при установлении равновесия. Использовался классический метод гравиметрии при  $T = 298 \text{ K}$  [2].

Изучали поглощательные свойства как продажных сорбентов, так и предварительно модифицированных. Уголь АГ-3 предварительно активировали «острым паром» в течение часа, а затем химически активировали, силикагель марки КСКГ подвергли термическому и химическому активированию. Химическое активирование осуществляли раствором сульфата меди. Поглощательные свойства модифицированных материалов – активного угля и силикагеля - изучали в атмосфере аммиака с объемными концентрациями 20, 50, 100, 200 и 400 мг/м<sup>3</sup>.

Результаты приведены на рисунке, из которого следует, что адсорбционная способность модифицированных сорбентов больше по сравнению с сорбентами, поступающими в продажу.

Видно, что в изученных газовых средах наименьшей сорбционной способностью обладает неактивированный силикагель. На уголь АГ-3 химическое модифицирование сказывается незначительно. Термическая обработка повышает сорбционную емкость силикагеля.

Например, при концентрации  $20 \text{ мг/м}^3$  поглощение увеличивается с 188 до 220 мг/г, а при  $100 \text{ мг/м}^3$  – со 106 до 203 мг/г сорбента. Самое значительное увеличение сорбционных свойств силикагеля наблюдается при химическом модифицировании сульфатом меди. Во всех изученных атмосферах поглощательная способность его увеличилась по сравнению с поступающим в продажу в 1,3 - 1,9 раза.



Зависимость величины адсорбции от объемной концентрации аммиака:

1 - силикагель без активирования (поступающий в продажу); 2 - активированный уголь АГ-3 без предварительной химической обработки; 3 - силикагель термически обработанный; 4 - уголь АГ-3 химически модифицированный; 5 - силикагель термически и химически модифицированный

Поэтому можно предположить, что термохимически активированный силикагель может с успехом применяться для улавливания аммиака в газовых выбросах производств, тем самым улучшая экологическую обстановку на предприятии и в прилегающих жилых районах.

### Литература

1. Рабинович В.А. Краткий химический справочник / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин. – С-Пб.: Химия, 1997. – 392 с.
2. Серпионова Е.И. Промышленная адсорбция газов и паров / учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов. Серпионова Е.И. – М.: Высш. шк., 1989. – 416 с.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ Cd (II) ИЗ ПРОМЫВНЫХ ВОД СЕРНОКИСЛОГО КАДМИРОВАНИЯ

Для локальной очистки промывных вод (ПВ) ряда гальванических производств (никелирования, меднения и др.) предложены схемы, основанные на сочетании методов: фильтрации, сорбции, ионного обмена и электролиза. Последние два метода применяют, соответственно, для извлечения и утилизации ионов металла из вод ванны улавливания.

Целью данной работы являлись анализ закономерностей и определение оптимальных режимов ионообменного извлечения и электрохимической утилизации Cd (II) при очистке промывных вод после гальванического сернокислого кадмирования.

Объектом исследования при электролизе являлись растворы состава, в г/л: CdSO<sub>4</sub> (в пересчете на металл) 0,5-6,0; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,5-17,0. Блескообразователь (Лимеда БК-10) в составах растворов отсутствовал, поскольку его концентрация в промывных водах кадмирования очень мала и не поддается количественному определению.

Изучение кинетических закономерностей электровосстановления кадмия проводили с использованием вращающегося дискового электрода, методом парциальных потенциостатических поляризационных кривых, а также хронопотенциометрическим и температурно-кинетическим методом.

В результате парциальных исследований разряда Cd (II) установлено наличие предельного тока в области потенциалов от -0,8 до -0,9 В (н.в.э.), который повышается с увеличением концентрации ионов Cd (II) в электролите с 1,0 до 6,0 г/л на порядок. Вывод о диффузионной природе процесса сделан на основе величины эффективной энергии активации, которая не зависит от поляризации в области предельной плотности тока и составляет  $17 \pm 3$  кДж/моль. Графической обработкой хронопотенциометрических результатов в координатах уравнения Санда показана независимость величины  $j \cdot \tau^{1/2}$  от  $j$ , где  $j$  – заданная плотность тока выше предельной,  $\tau$  – переходное время. Это также указывает на диффузионную природу поляризации электроосаждения металла, вызванную затруднениями на стадии доставки восстанавливающихся ионов кадмия из объема электролита к поверхности катода. Для скоростей вращения дискового катода ( $\omega$ ) 1800 об/мин и менее предельные плотности тока в промывных водах линейно зависят от  $\omega^{1/2}$  с экстраполяцией в начало координат, что характерно для процессов с концентрационной поляризацией. Более высокие значения  $\omega$  переводят

процесс электроосаждения кадмия в область смешанной кинетики. Учитывая кинетические закономерности электровосстановления Cd (II), определен оптимальный режим электролиза: плотность тока 0,3 А/дм<sup>2</sup> с выходом по току 44-94 %, максимально возможная скорость протока или перемешивания раствора, остаточная концентрация Cd (II) не более 1,0 г/л, температура раствора 20±5 °С, применение свинцовых анодов и алюминиевых катодов с соотношением площадей 1:1 – 2:1. Удельные затраты электроэнергии 1,8-2,1 кВт·ч/кг металла при межэлектродном расстоянии 2,5 см и напряжении на электролизере около 3,1 В.

Кинетические закономерности ионообменного извлечения катионов кадмия из промывных вод, содержащих CdSO<sub>4</sub> (на металл) 0,5-2,0 г/л, устанавливали путем графического анализа кривых сорбции, представляемых в виде зависимостей  $-\ln(1-F)=\ln A-Bt$ , где F и t – степень и время насыщения катионита КУ-2-8 в H<sup>+</sup>-форме; A и B – коэффициенты, зависящие от выбранной модели процесса. Линейности указанных зависимостей при значениях F≤0,05 и больше 0,8, а также значения эффективных коэффициентов диффузии  $(0,24\div 2,3)\cdot 10^{-7}$  см<sup>2</sup>/с и A=0,608 указали на смешанно-диффузионный контроль процесса, протекание которого описывается моделью «шар с оболочкой». При низких степенях насыщения ионита процесс контролируется диффузией Cd (II) в жидкой фазе, а при высоких значениях F – диффузией в объеме катионита.

Установлено, что на обменную емкость (ОЕ) и емкость до проскока (ЕП) извлечения Cd (II) существенное влияние оказывают концентрация ионов металла в водах и скорость их пропускания, а при регенерации катионита наибольшее значение имели концентрация регенерирующего раствора и скорость пропускания элюента. В результате технологических исследований определены оптимальные условия извлечения Cd (II) из ПВ: содержание ионов кадмия в ПВ – 1,0 г/л; скорость пропускания вод – 0,7 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч); регенерация катионита раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с концентрацией 100 г/л со скоростью его пропускания 0,3-0,5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) до степени регенерации не менее 90 % с получением элюатов, содержащих Cd (II) и серную кислоту в количествах не менее 3,0-6,0 и около 90-95 г/л, соответственно. ОЕ и ЕП в оптимальных условиях ведения процесса составляли 116 и 91 г/кг ионита. Полученные элюаты вновь направляют на электролиз для извлечения металлического кадмия.

Такая очистка позволяет сократить водопотребление за счет перехода от проточной к непроточной системе промывки деталей после металлизации, а полученный в результате электролиза металлический кадмий можно повторно использовать в качестве анодов в электролитах гальванического кадмирования.

С.А. Денисова<sup>1</sup>, С.М. Рогачева<sup>1</sup>, А.Ю. Сомов<sup>2</sup>, А.В. Шантроха<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Саратовский военный институт ВХБ

<sup>2</sup> Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ СЕРОВОДОРОДА

Сероводород поступает в окружающую среду из природных источников и в результате деятельности человека. В природных условиях образуется до 90% всего сероводорода, содержащегося в атмосфере [1]. Сероводород – раздражающий и удушающий газ, поражает центральную нервную систему, дыхательные пути и глаза, может вызывать острые и хронические отравления с разного рода отдаленными последствиями. Острая интоксикация часто является тяжелым поражением, иногда со смертельным исходом. Длительное и систематическое воздействие газа приводит к снижению иммунобиологической реактивности организма, увеличению общей неспецифической заболеваемости [2].

В настоящей работе изучалась возможность снижения токсичности сероводорода путем воздействия на него электромагнитного излучения (ЭМИ) терагерцового диапазона низкой интенсивности. Известно, что в этом диапазоне находятся вращательные спектры некоторых низкомолекулярных, в том числе токсичных газов ( $H_2S$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ) [3]. Можно ожидать, что действие излучения определенных частот на газы приведет к изменению их свойств и токсичности.

Сероводород получали по реакции порошкообразной серы с парафином при температуре  $+170^\circ C$  [4]. Токсичность сероводорода определяли методом оценки острой токсичности на белых неинбредных крысах с применением сконструированного нами затравочного стенда. Группы крыс (по 6 особей в каждой серии) подвергали 15-минутной затравке необлученным и предварительно облученным в течение 90 мин сероводородом с помощью спектрометра МАСС-2М на частотах резонансного поглощения газа – 167 и 303 ГГц (ППЭ – 6 и 240 мкВт/см<sup>2</sup>).

Поскольку среднелетальные концентрации сероводорода для человека и крыс при ингаляционном введении, по разным источникам, составляют 1000–1400 мг/м<sup>3</sup> [2], для затравки использовали концентрации, начиная с 940 мг/м<sup>3</sup>, что заведомо меньше среднелетальной дозы, последовательно увеличивая на 320 мг/м<sup>3</sup>.

В табл. 1 представлены результаты, полученные при затравке лабораторных животных (всего 178 особей) сероводородом, необлученным и облученным на указанных частотах, в различных концентрациях.

Из таблицы видно, что при облучении газа его токсичность уменьшается, и на токсический эффект влияют параметры ЭМИ.

Чтобы исключить возможность утечки газа из затравочной камеры, концентрацию сероводорода измеряли в начале эксперимента и после его окончания (через 15 мин) с помощью сульфидсеребряного промышленного электрода ЭСС-01, предварительно проводя поглощение газа раствором гидроксида натрия (1.0 моль/л) и аскорбиновой кислоты (1.0 моль/л). Показано, что изменение концентрации газа в камере связано только с наличием животных.

Таблица 1

Смертность крыс в зависимости от концентрации сероводорода и параметров облучения газа

Концентрация H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	Смертность крыс, %			
	Без облучения	Параметры излучения, частота (ГГц) / ППЭ (мкВт/см <sup>2</sup> )		
		167/6	303/6	303/240
940	0	0	0	0
1260	43	0	0	0
1580	85	0	0	0
1900	97	0	10	0
2220	100	25	50	25
2540	100	50	96	50
2860	100	96	100	96
3180	100	100	100	100
3500	100	100	100	100

Для определения среднелетальных концентраций сероводорода ( $LC_{50}$ ) и оценки достоверности результатов использовали метод пробит-анализа [5]. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценки токсичности облученного и необлученного сероводорода

Параметры излучения		$LC_{50}$ , мг/м <sup>3</sup> (за 15 мин)
частота, ГГц	ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup>	
Без облучения		1303
167	6	2465
303	6	2199
303	240	2465

Таким образом, проведенные исследования показали, что воздействие ЭМИ на сероводород приводит к уменьшению смертности животных при затравке газом, летальная концентрация облученного газа увеличивается практически в два раза. Наибольший эффект обнаружен при

воздействии излучения на частотах 167 ГГц при ППЭ 6 мкВт/см<sup>2</sup> и 303 ГГц при ППЭ 240 мкВт/см<sup>2</sup>.

Причин уменьшения токсического воздействия сероводорода, облученного на частотах собственного резонансного поглощения газа, может быть несколько. В газовых пробах могут присутствовать пары воды, а вода под действием ЭМИ изменяет свою структуру – это может оказывать влияние на живой организм. Кроме того, в газовых пробах под действием ЭМИ возможно образование сульфанов, которые имеют меньшую токсичность [6].

### Литература

1. US EPA. Report to Congress on hydrogen sulfide air emissions associated with the extraction of oil and natural gas. Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. – 1993. – 127 p.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V–VIII групп: справ. изд. / под ред. В.А.Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
3. Терагерцовые волны и их применение. Биомедицинские технологии / О.В. Бецкий, В.Ф. Киричук, Н.Н. Креницкий, Н.Н. Лебедева, А.В. Майбородин, В.Д. Тупикин, Г.М. Шуб // Биомедицинская технология и радиоэлектроника. – 2005. – № 8. – С. 41–48.
4. Некрасов Б.В. Основы общей химии / Б.В. Некрасов. М.: Химия, 1973. – Т.1. – 312 с.
5. Finney D.J. Probit analysis / D.J. Finney. 3 ed. – Cambridge: University Press, 1980. – 333 p.
6. Руководство по неорганическому синтезу / Ф. Губер, М. Шмайсер, П.В. Шенк, Ф. Фехер, Р. Штойдель, Р. Клемент / под. ред. Г. Брауэра. – М.: Мир, 1985. – Т.2. – 338 с.

**М.В. Дидик<sup>1</sup>, Н.Н. Гарифуллина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Удмуртский государственный университет, Ижевск

<sup>2</sup>ОАО «ИЭМЗ «Купол», Ижевск

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗАЛЬНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ $\text{Ni}^{2+}$ И $\text{Cu}^{2+}$**

В большинстве случаев существующие методы очистки сточных вод на промышленных предприятиях не обеспечивают снижения концентрации тяжелых металлов до уровня разрешенных нормативов. Обладая рядом преимуществ, сорбционные технологии остаются наиболее распространенными при решении экологических проблем, а спектр применяемых для этих целей сорбентов может быть значительно расширен [1,2].

В работе исследованы сорбционные возможности базальтового волокна (БВ) марки БСТВ применительно к ионам  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  из модельных растворов их солей в статических условиях при постоянном перемешивании в сравнении с активированным углем марки БАУ-А. Остаточную концентрацию ионов в растворе определяли фотометрическим методом [3].

Изучение кинетики сорбции показало (рис.1), что в отличие от АУ процесс сорбции  $\text{Me}^{2+}$  на базальтовом волокне неравномерен по времени – в течение 1,5 часов до установления равновесия выявлено чередование процессов сорбции/десорбции, причем максимальное поглощение ионов происходит в первые 3-5 минут контакта сорбента с раствором, при этом степень извлечения  $R = 42,2\%$  для  $\text{Ni}^{2+}$  и  $18\%$  для  $\text{Cu}^{2+}$ .

Равновесная степень извлечения  $\text{Cu}^{2+}$  составляет лишь  $25,0\%$ , в то время как для  $\text{Ni}^{2+}$  –  $38,5\%$ , что объясняется его более высоким сродством к кислороду [4].

Предположено, что причиной периодического характера сорбции являются неравновесная структура поверхности БВ и неравномерное распределение активных центров по ней, что напрямую связано с технологией получения БВ.

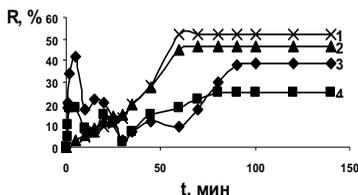


Рис.1. Кинетические кривые сорбции  $\text{Cu}^{2+}$  (1,4) и  $\text{Ni}^{2+}$  (2,3) из 1 мМ растворов на активированном угле (1,2) и базальтовом волокне (3,4)

Показано, что сорбция  $\text{Me}^{2+}$  на БВ лимитируется их диффузией к поверхности, на что указывает зависимость скорости сорбции от гидродинамических факторов и степени дисперсности сорбента. Большое различие в скоростях сорбции на АУ и БВ в первые минуты контакта сорбента с раствором позволяет использовать БВ для доочистки стоков в динамическом режиме, при постоянном токе воды и малом времени контакта фаз.

Оценить сорбционные свойства сорбентов можно по изотерме адсорбции, которая для АУ имеет простой классический вид (рис.2), в то время как для БВ относится к S-типу.

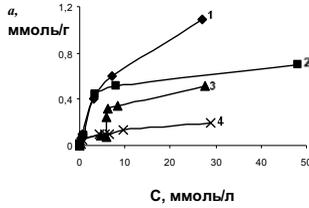


Рис.2. Изотермы сорбции  $\text{Cu}^{2+}$  (1,4) и  $\text{Ni}^{2+}$  (2,3) на активированном угле (1,2) и базальтовом волокне (3,4)

В области низких концентраций происходит заполнение пор сорбента и изотермы сорбции ионов совпадают, но с увеличением концентрации ионов в растворе предпочтительнее на БВ сорбируются  $\text{Ni}^{2+}$ . Итак, в изученном диапазоне концентраций ионов наиболее подходящим сорбентом для извлечения ионов  $\text{Cu}^{2+}$  является АУ, а для  $\text{Ni}^{2+}$  – БВ (таблица.1).

Как и следовало ожидать, с ростом температуры медленнее устанавливается равновесие и уменьшается равновесное количество сорбированных ионов, что свидетельствует об экзотермическом характере процесса. Установлено, что во всем изученном температурном интервале БВ сохраняет свою избирательность по отношению к  $\text{Ni}^{2+}$ , в то время как сорбирующая способность АУ по отношению к  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  с увеличением температуры становится примерно одинаковой (табл.1).

Таблица 1  
Емкость сорбентов по отношению к  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , определенная из уравнения Лэнгмюра

Сорбент	$a_{\infty}$ , ммоль/г			
	$T = 20^{\circ}\text{C}$		$T = 40^{\circ}\text{C}$	
	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$
АУ	0,77	2,24	0,32	0,10
БВ	0,64	0,29	0,44	0,29

Интересно, что при  $20^{\circ}\text{C}$  АУ превосходит по сорбционной способности БВ, а при  $40^{\circ}\text{C}$ , напротив  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  эффективнее поглощаются волокном.

Таким образом показано, что по емкостным характеристикам БВ несколько уступает АУ, но скорость сорбции  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  на волокне значительно выше, чем на угле. При повышении температуры раствора до  $40^{\circ}\text{C}$  происходит снижение кинетических и емкостных характеристик сорбента, но при  $40^{\circ}\text{C}$  БВ эффективнее сорбирует ионы  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$ , чем

АУ и во всем диапазоне температур сохраняет свою избирательность по отношению к  $Ni^{2+}$ .

### Литература

1. Полохов, С. В. Утилизация никеля промывных вод / С. В. Полохов, Д. В. Кузин, В. А. Полохов // Экология и промышленность России. – 2001. – Апрель. – С. 11.
2. Шевченко, Т. В. Очистка сточных вод нетрадиционными сорбентами / М. Р. Мандзий, Ю.В. Тарасова // Экология и промышленность России. – 2003. – Январь. – С. 35.
3. Васильев, В. П. Аналитическая химия: практическое руководство / В. П. Васильев. – М. : Наука, 1987. – С.56.
4. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник / В. А. Рабинович. – Л.: Химия, 1991. – С.91.

**М.В. Енютина, О.Н. Филимонова, А.А. Бурлака, Е.И. Зацепина**

Воронежская государственная технологическая академия

### **ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНОЙ МАСТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ**

Отработанные моторные масла относятся к важнейшим видам вторичных ресурсов, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности. Одним из возможных методов утилизации отработанных моторных масел является использование их в качестве компонента при создании защитных антикоррозионных покрытий металлических поверхностей. Существуют различные композиции антикоррозионных покрытий, включающие смазочные масла, битумы, различные полимерные связующие, наполнители [1].

Целью исследований являлось изучение защитной способности композиций, созданных на основе нефтеполимерной смолы, воска и отработанного моторного масла. Использование отработанного моторного масла позволит снизить вязкость полимерной композиции и увеличить ее текучесть в период нанесения покрытия на защищаемую поверхность, увеличить эластичность покрытия при эксплуатации в условиях низких температур [2].

Испытания защитной композиции проводились по ГОСТ 9.054 по показателю степени коррозии.

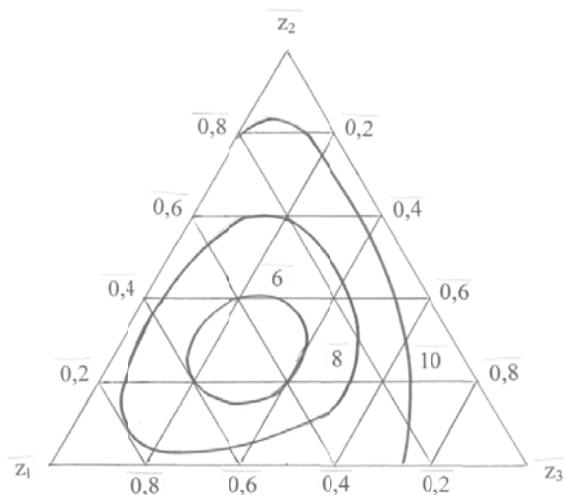
Экспериментальные исследования проводились с использованием планирования по симплекс-решетчатому плану [3] в локальной области, определенной предварительным экспериментом, так как было необходимо

исследовать зависимость свойства от состава не во всей области изменения содержания компонентов. При изучении диаграмм состав–свойство в локальном участке планирование эксперимента осуществлялось в системе координат псевдокомпонентов, где  $x_1$  – содержание нефтеполимерной смолы,  $x_2$  – содержание воска,  $x_3$  – содержание отработанного моторного масла. Локальная область исследований была ограничена следующими пределами варьирования:

$$0,4 \leq x_1 \leq 0,8$$

$$0,1 \leq x_2 \leq 0,6$$

$$0,0 \leq x_3 \leq 0,3$$



Изолинии значений степени коррозии в зависимости от состава полимерной композиции в координатах псевдокомпонентов:  $z_1$  – содержание нефтеполимерной смолы;  $z_2$  – содержание воска;  $z_3$  – содержание отработанного масла

На основании полученных результатов эксперимента рассчитывались коэффициенты уравнения регрессии в координатах псевдокомпонентов и представленные в виде диаграммы с нанесенными на нее изолиниями, позволяющими определить область составов, при которых защитное действие композиций наилучшее (рисунок).

Пересчет псевдокомпонентов в исходные компоненты позволил получить область наилучших защитных свойств композиций, ограниченную следующими координатами:  $0,55 \leq x_1 \leq 0,67$ ;  $0,22 \leq x_2 \leq 0,33$ ;  $0,12 \leq x_3 \leq 0,16$ .

Таким образом, выявлена область значений состава защитного покрытия, в которой степень коррозии минимальна. При этом композиция имеет улучшенные технологические свойства и повышенную защитную способность в условиях низких температур.

### Литература

1. А.с. 2090656 RU, МКИ<sup>6</sup> С 23 F 11/10 Способ получения защитного антикоррозионного состава / К. В. Гамова, В. С. Найман. – № 96105472/02; заявл. 22.03.96; опубл. 20.09.97, Бюл. № 26. – 8 с.
2. Пат 2079549 RU, МКИ<sup>6</sup> С 10B 175/02 Способ утилизации отработанного моторного масла / Хафизов А.Р., Ишмаков Р.М. – № 5114010/04; заявл. 04.08.95; опубл. 20.05.97, Бюл. № 14. – 8 с.
3. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. – М.: ДеЛи-принт, 2005. – 296 с.

### **С.Ф. Идрисова, В.И. Гриневич**

Ивановский химико-технологический университет

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУМОЛА В ЭКСТРАКТИВНОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛАЦЕТАТА**

Города Кинешма и Заволжск являются центром химической промышленности Ивановской области. На их территории расположены крупные химические предприятия – ОАО «Заволжский химический завод им. М.В. Фрунзе» и ОАО «Дмитриевский химический завод». Данные предприятия производят широкий спектр продукции тонкого органического синтеза, и отходы данных производств вносят наиболее существенный вклад в загрязнение акватории Волги на территории области.

Одним из действующих производств ОАО «Дмитриевский химический завод» г. Кинешма является производство бутилацетата, сточные воды которого содержат органические примеси с составом: бутилацетат в концентрациях до 1,2 % масс., бутанол в концентрациях до 3,8 % масс. и микроколичества изоамилацетата. Примеси, содержащиеся в сточных водах при сбросе без дополнительной очистки, способны оказывать сильное антропогенное влияние на экосистему реки Кинешемка, и далее – реки Волги в её среднем течении. При увеличении объёмов производства такое загрязнение представляет собой прямую угрозу экологическому состоянию бассейна Волги на территории Ивановской области. Поэтому решение проблемы оптимизации технологии очистки

производственных вод бутилацетата от органических примесей имеет важное экологическое значение с региональной точки зрения.

Экстракционные методы очистки сточных вод от токсичных примесей не предусматривают использования сложного технологического оборудования, дорогостоящих вспомогательных веществ и позволяют в некоторых случаях достичь максимально возможных степеней очистки. Экстрагенты с высокой степенью конверсии могут быть возвращены в технологический цикл простыми физическими операциями. Именно эти факторы явились предпосылками к предложению по использованию метода экстракции в качестве альтернативного к существующему методу очистки сточных вод производства бутилацетата.

Согласно данным литературы по растворимости, равновесиям пар-жидкость с учетом возможности образования азеотропных смесей, а также экологических и экономических аспектов в качестве экстрагента для извлечения бутилацетата и бутанола из водных растворов рассматривался изопропилбензол (кумол).

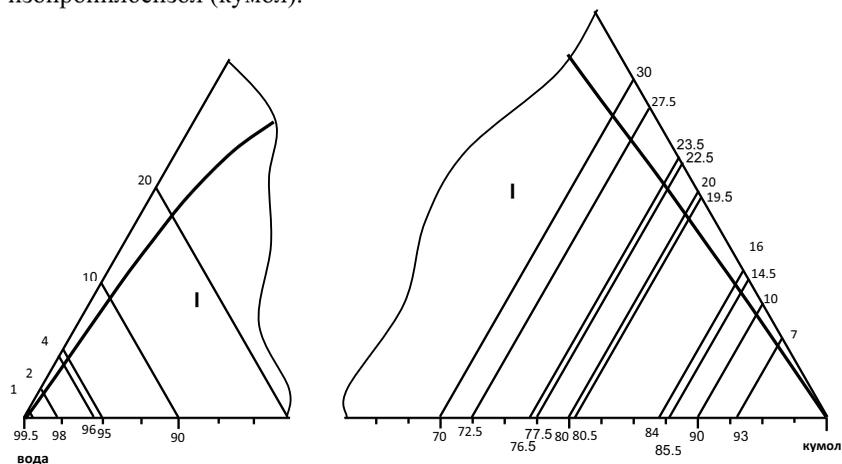


Диаграмма равновесий в системе вода - органические примеси (бутилацетат+бутанол) – кумол при 293 К.

I – область образования водного раствора органических компонентов

Проведено исследование равновесий жидкость-жидкость для системы водный раствор бутанола и бутилацетата - кумол. Соотношение бутилацетат/бутанол во всех исследуемых смесях было принято постоянным, соответствующим реальному составу сточных вод. В опытах варьировалось количество кумола, подаваемого к исходной смеси на экстракцию. При графическом представлении диаграмм равновесий вода – бутилацетат-бутанол - кумол система условно рассматривалась как

трехкомпонентная с единым компонентом – растворенное органическое вещество. В то же время коэффициенты распределения находились для всех компонентов рассматриваемой равновесной системы.

На основании результатов анализов состава равновесных фаз в процессе экстракции бутанола и бутилацетата кумолом из их водного раствора при различных соотношениях компонентов была построена диаграмма равновесия системы вода - органическая примесь - кумол, которая приведена на рисунке.

Из диаграммы следует, что трехкомпонентная система вода - бутанол+бутилацетат – кумол характеризуется широкой областью расслоения, в которой концентрации органических компонентов системы достаточно низки. В то же время в широкой области составов в гетерогенной системе образуется гомогенная органическая фаза переменной концентрации. Сочетание данных фактов подтверждает возможность использования кумола в качестве экстрагента.

**А.У. Исаева, Б.А. Акимбаев**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Научно-исследовательский институт промышленной экологии и биотехнологии,  
Республика Казахстан, Шымкент

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДРАГОЦЕННЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ПУТЕМ БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

В настоящее время главными проблемами в производстве руд является повышение эффективности отделения из состава руды драгоценных и редкоземельных металлов. В связи с этим повышается роль биотехнологических методов. В технологии получения драгоценных и редкоземельных металлов до сих пор применялись пиротехнологические методы. Вековое применение пиротехнологических методов, несущее опасное, отрицательное влияние на окружающую среду и на жизнедеятельность всего человечества, в настоящее время создает большую экологическую проблему, а также, заметно снизило эффективность экономики производства, способствовало появлению множества районов техногенного загрязнения. В связи со стремительным развитием техники и науки большое внимание уделяется геотехнологическому направлению. Для получения металлов из полезноскапаемых руд и технологии выщелачивания остатков, в частности, в совершенстве применяются гидрометаллургические методы подземного

химического выщелачивания и кучным методом. Например, в зарубежных странах, таких как США, Испания, Чили, Чехословакия, Мексика, уран, медь, золото, серебро и другие металлы получают с применением этих методик.

Анализ многочисленных научных трудов показал, что получение цинка, молибдена, вольфрама, мышьяка, олова, висмута и других металлов запатентовано технологией выщелачивания вышеуказанной методикой [1]. В нашей стране в большом объеме налажено производство добычи урана, а получение меди, золота и серебра возможно только на опытно-производственных установках. Но при использовании геотехнологических методов выщелачивания кучным способом наблюдаются наряду с положительными и отрицательные стороны производства экономического и экологического характера. Положительные стороны этого метода заключаются в том, что максимально обеспечивается безопасность людей во время работы под землей, а также в окружающую среду не распространяются газы, пылевые частицы и вредные остатки производства. Недостатком этой технологии может быть то, что в процессе переработки руды образовавшиеся производственные растворы могут проникнуть в русла подземных вод и нанести вред окружающей среде.

В последнее время широкого применения в мировом производстве получила технология выделения драгоценных металлов из состава руды путем биологического выщелачивания – в качестве экологически чистого метода. В настоящее время этот метод используется во многих странах. Например, в Канаде, в Австралии, в Иране, в России и Узбекистане выделение и получение из состава руды золота, железа, рения, молибдена, меди основано на биотехнологическом методе. Однако применение этого метода при получении металлов еще не на должном уровне. Эффективность и рациональность настоящего метода заключается в легком получении полезных элементов из состава руды и экономичности без нанесения особого вреда окружающей среде [2].

Казахстан является одним из первых стран по запасам черного и цветного металла во всем мире. Например, по запасам меди (38%) в мире занимает 5-е место, а по запасам золота (39%) 8-е место [3].

Но, несмотря на огромные природные богатства в недрах земли республики, на недостаточном уровне освоены передовые технологии получения драгоценных и редких металлов. В научных трудах ряд ученых описаны биохимия и особенности процесса биовыщелачивания. В нашей стране большое значение имеют научные труды, посвященные методу биовыщелачивания, таких ученых как М.К. Камалов, А.Н. Илялетдинов и др.; эти труды являются основой метода биовыщелачивания. Но этот эффективный метод не нашел рационального и широкого применения в производстве всех элементов.

В настоящее время в мире большим спросом пользуются такие редкие металлы как рений, молибден, медь, осмий. В некоторых информационных материалах, рений – металл XXI века, оценен очень дорого. В научной литературе результаты исследования показывают, что в составе молибденита содержание рения составляет 0,1-0,0001 %. Например, в составе чилийской руды молибденита содержание рения составляет 0,025 %. Мировой уровень производства этого металла составляет 20,57т (58%) объема. В Узбекистане за год в рудниках Навои получают 500-1000 кг рения. А в Казахстане на Джекказганском горно-металлургическом комбинате за год производят 8,5 т рения [4]. Этот показатель является мировым уровнем.

Одним из значимых и редких металлов считается молибден. Масса молибдена на Земле составляет  $1,1 \cdot 10^{-4}$  %. Известны 20 видов минералов, из них промышленное значение имеют: молибденит, повеллит, молибдит, вульфенитовые минералы. В составе действующих руд содержание молибдена 0,07-0,4 %, в редких случаях не превышает 1 % [5].

Возможность повышения и их применения в технологическом производстве получения металлов биологическими путями является одним из современных требований. При получении драгоценных металлов путем биовыщелачивания огромное значение имеют тионовые бактерии. Особенно большую роль играют железоокисляющие бактерии *Thiobacillus ferrooxidans*, *Th. thiooxidans*. Оптимальная среда для жизнедеятельности этих бактерий pH-1,5-4, температура 28-29<sup>0</sup>С. По результатам исследований известно, что, изменение уровня pH среды оказывает влияние на жизнедеятельность бактерий, которые проявляют активность в кислой среде. Для извлечения из состава руды никеля и других металлов необходимы деградация сульфидных минералов, выделение штаммов бактерий способных к непрерывному окислению. Российская компания по производству никеля предлагает выделить штаммы ацидофильных бактерий, способных существовать в слабокислой или нейтральной средах. По данным научной литературы на жизнедеятельность бактерии *Th.ferrooxidans* ионы некоторых элементов влияют по-разному. Например, доказано, что для жизни бактерий определенный объем ионов элементов селена, теллура, кадмия, серебра, ртути и урана ядовиты. Выяснено, что 0,1-10 мг/л объема серебра снижает активность бактерии *Th.ferrooxidans*. 9-12 мг/л концентрация молибдена оказывает ядовитое действие на жизнедеятельность бактерий участвующих в выщелачивании в ионных условиях [6]. Поэтому получение молибдена биологическим путем и совершенствование биотехнологических приемов является главной проблемой сегодняшнего дня.

Для увеличения области применения процесса биовыщелачивания необходимо выделить виды микроорганизмов и чистые линии штаммов,

которые являются движущей силой биотехнологии, а также для каждого рудника размножить эффективные виды микроорганизмов, создать оптимальную среду для их жизнедеятельности. Вышеуказанная технология позволит получить драгоценные металлы легким путем, из состава бедной руды, при помощи тионовых бактерий и повысить эффективность процесса.

Следовательно, выделение из состава руды драгоценных и редких металлов биологическим путем и совершенствование биотехнологических методов, пополнение новыми научными достижениями являются самым важным аспектом современности.

### Литература

1. Якимов Ю.И. Применение методов выщелачивания для добычи полезных ископаемых / Ю.И. Якимов, Р.В. Зайцев // Безопасность труда в промышленности., 2003, №8.
2. Фишман М.А.. Практика обогащения руд цветных и редких металлов. / М.А. Фишман, В.И. Зеленев/ М.: Недра, 1967.
3. Ужкенов Б.С. Техногенные минеральные образования предприятий горнопромышленного производства, возможности их использования и геолого-экономическая характеристика (техногенные месторождения полезных ископаемых) / Б.С.Ужкенов, Каюпов С.К./ Алматы, 2005.
4. Молибденоносность, рениеносность, осмиеносность руд медно– молибденового и золоторудного месторождений Калмакыр и Мурунтау. Туресебеков А.Х., Василевский Б.Б., Рахимов Р.Р., Хантемиров Р.М. // Горный вестник Узбекистана. 2006, №26, г.
5. Зерикман А.Н. Металлургия тугоплавных редких металлов / А.Н.Зерикман М: Metallurgia, 1980.
6. Камалов М.Р. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд Казахстана./ М.Р. Камалов. Алма-Ата. «Фълым», 1990.

### С.П. Калашникова

Поволжская академия государственной службы им. П.А. Столыпина,  
г. Саратов

### **ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГООРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Для коренного улучшения качества городской среды в современных условиях следует развивать системное управление экологическими процессами.

По оценкам экспертов, в ближайшие 20 лет 5 млрд. людей будут жить в мегаполисах. Надо отметить, что процессы урбанизации сопровождаются значительными отрицательными воздействиями на городские почвы, имеют место значительные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, проблемы с необходимостью экологически безопасной утилизации отходов, обеспечения населения чистой питьевой водой, нехваткой мест для рекреационных целей и др.

В ряде регионов антропогенные нагрузки давно превысили установленные нормативы, и сложилась критическая ситуация, при которой возникают значительные изменения ландшафтов, происходят истощение и утрата природных ресурсов, ухудшаются условия проживания населения. При этом на территориях, где сосредоточено основное население Российской Федерации, удельные показатели нарушения окружающей среды на единицу площади и единицу валового внутреннего продукта являются повышенными.

В этих условиях важное значение имеет экологическая реконструкция города, под которой понимается изменение функционального использования земель за счет вывода промышленных предприятий, сокращение санитарно-защитных зон промпредприятий и общей площади промзон, реабилитация долин малых рек, создание и поддержание озелененных территорий, включая особо охраняемые природные территории.

Следует отметить, что важнейшим системообразующим компонентом природной среды является почвенный покров. В настоящее время в городах отсутствует системный подход к управлению качеством почв, перемещаемых грунтов и рекультивированных земель. Недостаточно разработана правовая нормативная база контроля качества почв и почвогрунтов, не регламентируется и не компенсируется их изъятие из городской природной среды в процессе строительной и иной деятельности, отсутствуют системы мониторинга и рекультивации почвенного покрова.

Почвы являются универсальным фильтром на пути миграции в реки и грунтовые воды тяжелых металлов, органических веществ и других продуктов жизнедеятельности города. Но когда почвы залиты слоем асфальтового покрытия, об экологии речи не идет. Вся грязь остается снаружи, а не фильтруется почвой. Очевидно, что городские почвы нуждаются в постоянном проведении мероприятий, направленных на поддержание способности почв выполнять свои основные экологические функции. Одна из таких технологий состоит в ренатурализации городских территорий по программе «Зеленый город».

Речь, в частности, идет о замене водонепроницаемых покрытий (асфальт и др.), других запущенных земляных территорий на травяные с высокой устойчивостью к механическим нагрузкам. Суть данного проекта

в применении газонного покрытия путем укладки специальных пластиковых панелей с последующей засыпкой плодородным слоем почвы и посевом газонных трав.

Проблема парковки ежегодно возрастающего количества автомобилей в крупных городах давно решена во многих странах мира. Существует специально разработанная технология покрытия части газонов для автомобилей, спортивных площадок и в местах массового отдыха, оборудование торговых площадей в парковых зонах. Пластиковые сотовидные панели для травяного покрытия – принципиально новая, экологически чистая продукция. Они изготавливаются из промышленного повторно используемого материала и, в свою очередь, могут быть полностью повторно применимы. Этот материал обладает очень высокой упругостью, морозостойкостью, устойчивостью, сопротивлением к разрушению. В качестве заполнителя можно использовать песок, гравий, землю и траву. Эксплуатационные характеристики данной технологии таковы, что они позволяют успешно применять ее в суровых российских условиях как минимум 20 лет, при этом значительно упрощаются ремонт и замена покрытий, а также ремонт инженерных сетей. Технические характеристики технологии: чистый, повторно используемый полиэтилен высокой прочности; стойкость к атмосферным воздействиям; водопроницаемость и отличное дренирование; максимальная проверенная механическая нагрузка – 2000 кг/м<sup>2</sup>, предотвращение разрушения поверхности под воздействием автомобильных шин; площадь, открытая корням, - свыше 50%; покрытие травой на 90%, а также защита почв от выветривания и эрозии.

Основными сферами применения являются:

1. автомобильные стоянки (жилые массивы, торговые комплексы, территории вокруг спортивных и административных заведений);
2. пешеходные дорожки;
3. городские участки озеленения вместо асфальтовых покрытий;
4. участки с травяным покрытием, используемые для проведения ярмарок, фестивалей, для строительства туристических объектов.
5. укрепление земляных насыпей и набережных;
6. укрепление проходов к дому или саду.

Реализация экологических проектов предполагает совершенствование управления природопользованием, в частности, применение муниципального экологического заказа на данный вид работ и услуг, создание устойчивого механизма финансирования эколого-ориентированной деятельности, применение методов экономического стимулирования экологически чистых технологий и т.д.

А.С. Кольченко<sup>1</sup>, В.Е.Скиданов<sup>2</sup>, В.А. Настасин<sup>1</sup>, А.В. Яковлев<sup>1</sup>,  
С.Л. Забудьков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета  
<sup>2</sup>ООО НПП «ЛИССКОН» г. Саратов

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТЕРМОРАСШИРЯЮЩИХСЯ СОЕДИНЕНИЙ ГРАФИТА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

В современных густонаселенных городах и районах остро встает проблема очистки воды от различных загрязнений для промышленного и бытового использования, а также проблема очистки сточных вод. Расширение областей использования нефти приводит к попаданию нефтепродуктов в океаны, моря, реки, озера. Образующаяся на водной поверхности пленка углеводородов препятствует поступлению кислорода в воду, что пагубно воздействует на обитателей гидросферы. Поэтому актуальной является проблема поиска, изучения и практического применения эффективных сорбентов для очистки природных и сточных вод.

К таким материалам можно отнести сорбенты на основе терморасширенного графита (ТРГ), имеющего пеноподобную разветвленную структуру и состоящего только из углерода. ТРГ получают при быстром нагреве соединений внедрения графита (СВГ) или продуктов их гидролиза. Наиболее изучен бисульфат графита (БГ), так как он является промежуточным продуктом получения терморасширенного графита. Электрохимический синтез БГ основан на анодном окислении графита в растворах  $H_2SO_4$  достаточно высокой (~90-93%) концентрации с последующим гидролизом БГ, продуктом которого является окисленный графит.

Образующиеся при дальнейшей термообработке хлопьевидные или червеобразные частицы, состоящие из пачек полиареновых плоскостей, имеют удельную поверхность, достигающую 120 – 150 м<sup>2</sup>/г [1]. В зависимости от способа получения и режима термообработки удельную поверхность ТРГ и его ионообменные свойства можно регулировать в широких пределах.

Анализ результатов экспериментов выявляет ряд закономерностей: с увеличением сообщенной емкости снижается выход по углероду, плотность ТРГ зависит от пропущенного количества электричества  $Q$  при электрохимическом синтезе. С ростом  $Q$  до 100-110 мА ч/г насыпная плотность ТРГ уменьшается практически по линейному закону.

Хлопьевидный ТРГ и компактные фильтры из ТРГ являются эффективными материалами для очистки воды от нефтепродуктов (сорбционная емкость 70 – 80 г/г), катионов жесткости и ионов тяжелых металлов [2]. При поглощении сорбентом пленки нефтепродукта концентрацией 100 мг/л с поверхности воды эффективность очистки может достигать 99,9 % [3]. Длительная плавучесть исключает при его применении появление донных осадков.

При очистке питьевой воды мутность уменьшается в 25-60 раз, количество взвешенных частиц — в 10-30 раз, достигается высокая степень удаления сульфатов, сульфидов, фторидов, хлоридов, нитритов, аммонийного азота, железа, цинка, меди, алюминия, марганца, свинца, молибдена, свободного хлора. Уменьшение плотности ТРГ и, соответственно, образование более развернутой поверхности графита приводит к возрастанию степени очистки от катионов металлов.

Недостатком хлопьевидного ТРГ является его низкая насыпная плотность, вследствие чего в реальных условиях применять его практически невозможно без предварительного гранулирования.

Для создания фильтрующих элементов из ТРГ можно использовать метод самопрессования, заключающийся в проведении термообработки образцов пенографита в замкнутой газопроницаемой форме. Подобная термообработка обеспечивает взаимное вращение частиц ТРГ с образованием компактного пористого материала из чистого углерода (С-96%). Такой способ позволяет регулировать пористость углеродного материала варьированием массы закладки в форму и степени расширения ТРСГ.

В целом можно констатировать перспективность применения ТРГ и изделий на его основе для водоподготовки и очистки воды. На основе СВГ можно получить самопрессованные пористые графитовые изделия без введения связующих компонентов, что делает их перспективными для применения в качестве сорбционных и ионообменных материалов, каталитические свойства которых можно варьировать в широких пределах путем введения в их состав активирующих неорганических и полимерных добавок.

## Литература

1. Яковлева Е.В. Электрохимический синтез низкоплотных углеродных материалов для очистки воды / Е.В. Яковлева // Автореф. дис....канд. хим. наук. Саратов, 2003.
2. Применение терморасширенного графита в процессах водоочистки и водоподготовки / А.В. Яковлев, Е.В. Яковлева, А.И. Финаенов, Э.В. Финаенова // Журнал прикладной химии. – 2004. – № 11. – С. 1833 – 1835.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ГУСТОСШИТЫХ ПОЛИМЕРОВ В РАМКАХ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ  
СООТНОШЕНИЯ «СТРУКТУРА – УПРУГО-ДЕФОРМАЦИОННЫЕ  
СВОЙСТВА»**

В настоящее время возрастает роль полимеров и композиционных материалов на их основе как конструкционных материалов во многих отраслях промышленности. Однако эксплуатация таких систем в условиях механических нагрузок часто приводит к деструкции полимеров, продукты которой, попадая в окружающую среду, вследствие своей высокой токсичности вызывают широкий спектр негативных последствий на состояние организма человека [1]. Ввиду этого является актуальной задача усовершенствования подхода к оценке деформационных свойств полимерных систем. В работе [2] проведен теоретический анализ деформации полимеров, однако не учитывается влияние его молекулярной структуры на упругие свойства. Цель нашего исследования – разработка модельных подходов, позволяющих проводить количественные оценки влияния параметров структуры полимера на его упруго-деформационные свойства.

Сетчатые полимеры подразделяются на редкосшитые и густосшитые. Предлагаемая нами модель базируется на анализе конфигурации ориентированного в трех направлениях фрагмента густосшитого полимера. Нами получены соотношения, позволяющие оценить длину  $\ell$  межузлового расстояния в структуре густосшитого полимера:

$$\ell = \frac{L}{\alpha n_\ell}, \quad (1)$$

где  $L$  – абсолютная длина макромолекулы;  $n_\ell$  – количество межузловых цепей, распределенных вдоль каждого из трех направлений в структуре сетчатого полимера;  $\alpha$  – отношение средней молекулярной массы

межузловой цепи  $\overline{M}_c$  к средней молекулярной массе макромолекулы  $\overline{M}$ :

$$\alpha = \frac{\overline{M}_c}{\overline{M}} \quad (2)$$

В рамках предлагаемой нами модели получены выражения для энтропии полимерной системы до и после деформации:

а) в отсутствии деформации:

$$S_N = R \ln A \ell^{-9} + R \ln B \cdot (\pi \ell)^{-3}, \quad (3)$$

где

$$A = [-2x^3 + 3x^2 \ell] [-2y^3 + 3y^2 \ell] [-2z^3 + 3z^2 \ell] \quad (4)$$

$$B = \left[ \pi x + \ell \cos \left( \frac{\pi}{\ell} x - \frac{\pi}{2} \right) \right] \left[ \pi y + \ell \cos \left( \frac{\pi}{\ell} y - \frac{\pi}{2} \right) \right] \left[ \pi z + \ell \cos \left( \frac{\pi}{\ell} z - \frac{\pi}{2} \right) \right], \quad (5)$$

где R – универсальная газовая постоянная,  $\ell$  – межузловое расстояние в полимерной цепи, C – концентрация узлов полимера.

б) в условиях деформации:

$$S_{N\text{деф}} = R \ln D (\lambda_x \lambda_y \lambda_z \ell^3)^{-3} + R \ln E (\lambda_x \lambda_y \lambda_z)^{-1} (\pi \ell)^{-3} \quad (6)$$

где

$$D = [-2x^3 + 3x^2 \lambda_x \ell] [-2y^3 + 3y^2 \lambda_y \ell] [-2z^3 + 3z^2 \lambda_z \ell]; \quad (7)$$

$$E = \left[ \pi x + \lambda_x \ell \cos \left( \frac{\pi}{\lambda_x \ell} x - \frac{\pi}{2} \right) \right] \left[ \pi y + \lambda_y \ell \cos \left( \frac{\pi}{\lambda_y \ell} y - \frac{\pi}{2} \right) \right] \left[ \pi z + \lambda_z \ell \cos \left( \frac{\pi}{\lambda_z \ell} z - \frac{\pi}{2} \right) \right], \quad (8)$$

где  $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$  – кратность удлинения межузловое расстояния в результате деформации вдоль направлений x, y, z соответственно. Изменение энтропии полимера в результате деформации составляет:

$$\Delta S_{\text{деф}} = R \ln \frac{D}{A (\lambda_x \lambda_y \lambda_z)^3} + R \ln \frac{E}{B \lambda_x \lambda_y \lambda_z}. \quad (9)$$

Полученные соотношения (1)-(7) позволили определить напряжение  $\sigma$  полимолекулярной системы в условиях деформирования:

$$\sigma = -T \frac{\partial \Delta S_{\text{деф}}}{\partial \lambda}. \quad (10)$$

Путем дифференцирования (9) по параметрам  $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ , получены значения соответствующих производных:

$$\frac{\partial \Delta S_{\text{деф}}}{\partial \lambda_x} = -\frac{5CR}{\lambda_x}; \quad \frac{\partial \Delta S_{\text{деф}}}{\partial \lambda_y} = -\frac{5CR}{\lambda_y}; \quad \frac{\partial \Delta S_{\text{деф}}}{\partial \lambda_z} = -\frac{5CR}{\lambda_z}. \quad (11)$$

С учетом соотношений (10) и (11) определены выражения для напряжений вдоль каждого из направлений x, y, z:

$$\sigma_x = \frac{5CRT}{\lambda_x}; \quad \sigma_y = \frac{5CRT}{\lambda_y}; \quad \sigma_z = \frac{5CRT}{\lambda_z}, \quad (12)$$

где

$$G = 5CRT = 5 \frac{\rho RT}{M_c}. \quad (13)$$

- модуль упругости при сдвиге, C и  $\bar{M}_c$  – соответственно молярная концентрация и средняя молярная масса межузловой цепи,  $\rho$  – плотность полимера.

На основе полученных нами результатов, а также данных работы [2] предложено обобщенное выражение для модуля упругости при сдвиге для сетчатого полимера:

$$G = ACRT, \quad (14)$$

где  $A$  – числовой коэффициент (в рамках нашей модели  $A=5$ );  $C$  – молярная концентрация межзловых цепей полимера;  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – температура.

Используя экспериментальные значения  $\bar{M}_c$  и плотности для густосшитого фенолформальдегидного полимера ( $\bar{M}_c = 0,4 \div 0,6$  кг/моль,  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup> [3]) и густосшитого полиэпоксида ( $\bar{M}_c = 0,8 \div 1,2$  кг/моль,  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup> [3]), и на основании соотношения (13) получаем значения модуля упругости при сдвиге  $G$  для фенолформальдегидного полимера ( $0,3 \div 0,4$ ) $\cdot 10^8$  Па и для полиэпоксида ( $0,1 \div 0,2$ ) $\cdot 10^8$  Па. Для рассматриваемых густосшитых неармированных сетчатых полимеров модуль упругости при растяжении составляет  $10^7 \div 10^8$  Па [3]. Фенолформальдегидный полимер имеет более высокий модуль упругости в силу повышенной концентрации межзловых цепей по сравнению с полиэпоксидом. Соответственно полиэпоксида имеют более длинные межзловые цепи ( $10 \div 15$  нм) по сравнению с фенолформальдегидным полимером ( $7 \div 10$  нм).

Итак, применение предлагаемого нами подхода позволяет учесть влияние молекулярных факторов на упруго-деформационные свойства густосшитых полимеров, что дает возможность повысить точность. Ввиду этого предлагаемая нам работа имеет большую значимость в промышленной и молекулярной экологии, а также в химической технологии производства и эксплуатации полимеров и композиционных материалов на их основе.

## Литература

1. Шефтель В.О. Вредные вещества в пластмассах: справ. Изд./ В.О. Шефтель. – М.: Химия, 1991.-544 с.
2. Гуль, В.Е. Структура и механические свойства полимеров // В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1972. – 320 с.
3. Студенцов, В.Н. Некоторые характеристики промежуточного слоя в системе химическое волокно-синтетическая смола / В.Н. Студенцов // Композиционные полимерные материалы. –1982. – Вып.13. – С. 23 – 24.

**Н.И. Кравченко, М.Н. Клейменова, Ю.С. Лазуткина**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
Барнаул

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРОВИДКОСТНОГО  
РАВНОВЕСИЯ БУТАНОЛЬНО-ТОЛУОЛЬНОЙ СМЕСИ С ЦЕЛЬЮ  
СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЭМАЛЕЙ**

Промышленность основного органического синтеза вносит большой вклад в образование жидких и твердых отходов, которые зачастую являются экотоксикантами и ведут к потерям значительного количества ценных компонентов, а также загрязняют природные воды и атмосферный воздух. Разработка малоотходных ресурсосберегающих технологий в химической промышленности позволит снизить затраты энергии, сократить нормы расхода сырья и уменьшить нагрузку на окружающую среду, а также выделить дополнительные количества целевого и побочных продуктов.

В производстве кремнийорганических эмалей на одном из крупнейших химических заводов Алтайского края ежегодно термической деструкции подвергается около 1,5 тысячи тонн отходов растворителей, что сопровождается, с одной стороны, потерями целевого и побочных компонентов, с другой - загрязнением окружающей среды.

Целью нашей работы является разработка малоотходной, экологически безопасной технологии разделения смеси органических растворителей, образующейся после локальной очистки сточных вод в производстве кремнийорганических эмалей. Объектом исследования является бутанольно-толуольная смесь (БСТ), в состав которой входят пять компонентов (масс. %): этанол – 72,4; бутанол – 9,7; толуол – 6,8; хлорбензол – 4,5; вода – 6,6.

Основным способом разделения таких многокомпонентных органических смесей является процесс ректификации, поскольку он позволяет при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах получить необходимые продукты.

Для математического моделирования процесса ректификации необходимо иметь набор параметров бинарного взаимодействия двойных составляющих реакционной смеси. Для этого экспериментально изучено равновесие жидкость-пар. Оно позволяет, прежде всего, выявить характер и степень отклонений системы от законов поведения идеальных растворов, а также оценить взаимовлияние компонентов.

Однако в данном случае выделение индивидуальных компонентов из БСТ затруднено из-за наличия в ее составе значительного количества бинарных и тройных азеотропов.

Анализ литературных данных показал, что в исходной пятикомпонентной смеси образуются 7 бинарных азеотропных систем, свойства которых представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1  
Свойства азеотропов

Система	Вид азеотропа	Температура кипения азеотропа, °С	Содержание компонента, мол. %	
			1	2
Этанол (1) – толуол (2)	гомог.	76,6	80,3	19,7
Этанол (1) – вода (2)	гомог.	78,0	90,0	10,0
Вода (1) – толуол (2)	гетер.	84,1	52,3	47,7
Вода (1) – хлорбензол(2)	гетер.	90,2	71,2	28,8
Вода (1) – бутанол (2)	гетер.	92,6	75,5	24,5
Бутанол (1) – толуол (2)	гомог.	105,3	32,2	67,8
Бутанол (1) –хлорбензол(2)	гомог.	115,3	65,5	34,5

Однако литературный анализ не дал полноты данных об азеотропии во всех бинарных составляющих. В связи с этим были проведены исследования по парожидкостному равновесию (ПЖР) в отсутствующих двойных системах: этанол-хлорбензол и толуол-хлорбензол. Экспериментально фазовые равновесия исследовались в изобарических условиях при атмосферном давлении в циркуляционном приборе Джиллеспи. Температура кипения измерялась ртутным термометром с поправкой 0,5°С с учетом поправки на давление и выступающий ртутный столбик по правилу Крафта.

Экспериментальные и литературные данные подвергались математическому описанию с помощью уравнения Вильсона в программной реализации НИИНЕФТЕХИМа, г. Уфа:

$$\begin{cases} \ln \gamma_1 = - \ln (x_1 + x_2 \lambda_{12}) + x_2 (\lambda_{12} / x_1 + x_2 \lambda_{12} - \lambda_{21} / x_2 + x_1 \lambda_{21}), \\ \ln \gamma_2 = - \ln (x_2 + x_1 \lambda_{21}) + x_1 (\lambda_{21} / x_2 + x_1 \lambda_{21} - \lambda_{12} / x_1 + x_2 \lambda_{12}), \end{cases}$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  - коэффициенты активности;

$x_1, x_2$  - составы жидких фаз;

$\lambda_{12}, \lambda_{21}$  - параметры уравнения Вильсона.

Однако уравнение Вильсона не вполне адекватно описывает ПЖР в гетерогенных системах, поэтому дополнительно было проведено математическое моделирование равновесия с использованием уравнения NRTL в программной реализации НИФХИ им. Л.Я.Карпова, г. Москва:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ln \gamma_1 = x_{22} [\tau_{21} (G_{21} / x_1 + G_{21})^2 + \tau_{12} G_{12} / (x_2 + x_1 G_{12})^2], \\ \ln \gamma_2 = x_{12} [\tau_{12} (G_{12} / x_2 + x_1 G_{12})^2 + \tau_{21} G_{21} / (x_1 + x_2 G_{21})^2], \\ \tau_{12} = \Delta g_{12} / RT, \\ \tau_{21} = \Delta g_{21} / RT, \\ \ln G_{12} = -\alpha_{12} \tau_{12}, \\ \ln G_{21} = -\alpha_{12} \tau_{21}, \end{array} \right.$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  - коэффициенты активности уравнения NRTL;

$\tau$ - эмпирическая константа;

$G$  - полная избыточная энергия Гиббса;

$x$  - мольная доля компонента в жидкой фазе;

$\alpha_{12}$  - летучесть;

$\Delta g_{12}, \Delta g_{21}$ - параметры бинарного взаимодействия.

Результат математической обработки – параметры бинарного взаимодействия ( $\lambda_{12}, \lambda_{21}$ ) для всех двухкомпонентных систем исследуемой смеси представлены в табл. 2 [2].

Таблица 2

Параметры уравнения Вильсона и NRTL для бинарных составляющих исходной смеси

Наименование системы	Параметры Вильсона		Параметры NRTL		
	$\lambda_{12}$	$\lambda_{21}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{21}$	$\alpha$
Этанол - толуол	0,3447	0,2810	1,4760	0,4941	0,3
Толуол - хлорбензол	0,4536	1,5070	-0,6505	1,0640	0,3
Этанол - бутанол	0,6449	1,5500	-0,4789	0,4483	0,3
Бутанол - хлорбензол	0,4149	0,7121	0,2088	0,9296	0,3
Этанол - хлорбензол	0,4012	0,3086	0,9325	0,8563	0,3
Толуол - бутанол	0,7445	0,3730	1,0000	0,1506	0,3
Этанол - вода	$0,7800 \cdot 10^{-7}$	0,5628	4,8280	3,1880	0,3
Бутанол - вода	0,3201	0,0446	2,6840	5,3380	0,3
Толуол - вода	$0,1200 \cdot 10^{-5}$	0,0414	0,8036	3,0000	0,3
Хлорбензол - вода	$0,2278 \cdot 10^{-4}$	$0,3600 \cdot 10^{-5}$	6,6770	1,4230	0,3

Критерием надежности полученных параметров бинарного взаимодействия может служить моделирование ПЖР в тройных системах и сопоставление результатов моделирования с независимо полученными экспериментальными данными.

Таким образом, в результате математического описания экспериментальных и литературных данных в бинарных подсистемах, получена математическая модель равновесия жидкость-пар в виде набора параметров бинарного взаимодействия, которая адекватно воспроизводит особенности фазового пространства исходной пятикомпонентной смеси и позволяет описывать процесс ректификации изучаемой смеси. Кроме того, полученные экспериментальные данные по ПЖР в дальнейшем будут

использованы для расчета процесса ректификации при оптимизации синтезированных принципиальных технологических схем разделения БСТ.

### Литература

1. Огородников С.К. Азеотропные смеси: Справочник // С.К. Огородников, Т.М. Лестева, В.Б. Коган. – Л.: Химия, 1971. – 848 с.
2. Исследования по созданию малоотходной технологии разделения смеси растворителей в производствах кремнийорганических продуктов. Тарасова М.Н., Лазуткина Ю.С., Комарова Л.Ф., Королева Т.А // сб. материалов Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых - Молодежь и наука – третье тысячелетие»: ч.1. КРО НС «Интеграция». Красноярск, 2007. – С. 472-476.

**Ю.В. Красовицкий<sup>1</sup>, Е.В. Романюк<sup>1</sup>, И.А. Чугунова<sup>1</sup>, Н.Н. Лобачева<sup>1</sup>,  
Р.А. Важинский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Воронежская государственная технологическая академия

<sup>2</sup> Семилукский комбинат строительных материалов

### **ФИЛЬТР МНОГОСЕКЦИОННЫЙ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

В связи с ростом потребности в аппаратах с развернутой поверхностью фильтрования была предложена конструкция многосекционного комбинированного фильтра на базе пористого металла и полимерных мембран, представленный на рисунке [1,2].

Фильтр состоит из 11 параллельно работающих от общего коллектора секций с общей полезной площадью фильтрования  $0,1876 \text{ м}^2$ . В качестве комбинированных фильтровальных элементов использованы диски из пористой нержавеющей стали Х18Н15-ПМ (ПНС-5) и полимерные мембраны ММ-А6-1 с размером пор  $5.5 \cdot 10^3 \text{ \AA}$ .

При изменении  $q$  от  $0,55$  до  $1,32 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$   $\Delta P$  менялась от  $2 \cdot 10^3$  до  $2,76 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ . Поэтому такие фильтры достаточно перспективны при фильтровании комбинированных газов, когда потеря давления  $2,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$  вполне допустима. Содержание твердых частиц размером  $0,5 \text{ мкм}$  при входе в фильтр составляло от 200 до 900. В очищенном газе частиц этого размера не обнаружено. Достоинство фильтра - возможность быстрого изменения поверхности фильтрования. Монтаж и демонтаж аппарата и смена полимерных мембран затруднений не вызывают[3].

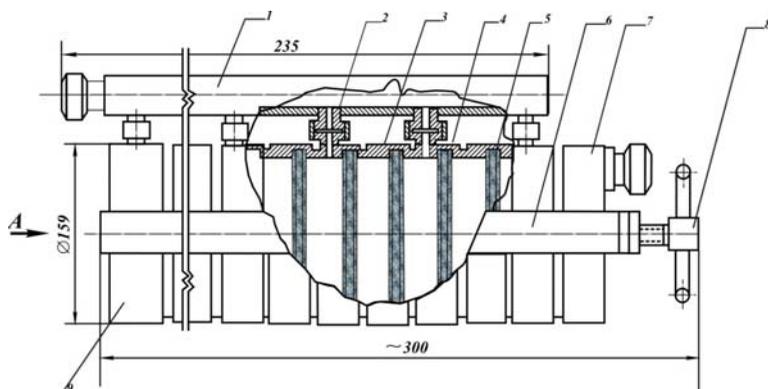


Рис. Многосекционный комбинированный фильтр.

1 – коллектор; 2 – штуцер; 3 – царга; 4 – мембрана; 5 – перегородка (ПНС-5);  
6 – скоба; 7 – днище; 8 – винт; 9 – крышка.

Комбинированные фильтровальные элементы для обеспыливания газов можно сформировать с использованием вспомогательных тонкозернистых или тонковолокнистых материалов. Их наносят на фильтровальный элемент предварительным фильтрованием либо добавляют непрерывно или периодически к пылегазовому потоку. К таким материалам относятся диатомит, перлит, асбест, целлюлоза.

Вспомогательные фильтровальные материалы обладают высокой эффективностью пылеулавливания по отношению к наиболее тонким фракциям дисперсной фазы аэрозоля.

### Литература

1. Обеспыливание воздуха в системах пневмотранспорта / В. П. Добросоцкий, Г. В. Кольцов, И. Н. Дутов, Ю. В. Красовицкий, Д. Б. Трощенко, А. А. Маньков, Е. В. Романюк, Б. Г. Колбешкин, М. Н. Кузнецова, О. В. Митюкова // Экологические проблемы промышленных городов: Материалы 3 Всесоюз. науч.-практ. конф., Саратов, СГТУ, 2007 – С. 75.
2. Определение оптимальной гидродинамической области использования зернистых слоев / В. П. Добросоцкий, Г. В. Кольцов, И. Н. Дутов, Ю. В. Красовицкий, Д. Б. Трощенко, А. А. Маньков, Е. В. Романюк, Б. Г. Колбешкин, М. Н. Кузнецова, О. В. Митюкова // Экологические проблемы промышленных городов: Материалы 3 Всесоюз. науч.-практ. конф., Саратов, СГТУ, 2007 – С. 75.
3. Техничко-экономические и технологические преимущества зернистых фильтров в технике пылеулавливания / Г. В. Кольцов, Д. Б. Трощенко, Е. В. Романюк, Ю. В. Красовицкий, И. Н. Дутов, В. Г. Иванова / Экологические проблемы индустриальных мегаполисов Труды IV Междунар. науч.-практ. конф., 5-7 июня 2007 года, МГУИЭ. М., 2007. – С. 180 – 183.

**Н.А. Кувыкин, Н.Г. Бичан, Н.А. Пластинина, В.И. Гриневич**

ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический  
университет

## **ДЕСТРУКЦИЯ КРАСИТЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЛАЗМЫ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА**

Известно, что при высоких темпах роста промышленности повышается потребление ресурсов: водных, энергетических, топливных. Изношенность, а зачастую и отсутствие общегородских очистных сооружений канализации приводят к повышению требований к качеству принимаемых на очистку сточных вод предприятий. Для большинства производств, использующих органические красители, такая ситуация часто является критической, повышает издержки предприятия, приводя в дальнейшем к повышению стоимости выпускаемой продукции. Отметим, что в настоящее время современных, энергоресурсосберегающих методов очистки окрашенных сточных вод нет, поэтому разработка новых методов и технологий снижения токсичности стоков чрезвычайно актуальна. Одними из самых перспективных методов очистки сточных вод от красителей, позволяющих существенно повысить скорость деструкции органических соединений и эколого-экономическую эффективность процессов деструкции, являются плазмохимические процессы, в т.ч. плазма барьерного разряда (ПБР).

Целью данной работы являлось исследование воздействия плазмы барьерного разряда на органический краситель активный ярко-голубой КХ.

Эксперименты проводились на установке, основным элементом которой служил плазмохимический реактор с горизонтально расположенными электродами. В качестве плазмообразующего газа использовался технический кислород (99,8 об. %, основные примеси  $N_2$  и  $Ar$ ). Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора, величина приложенного к электродам напряжения составляла 10 кВ. В качестве объекта исследований был выбран водный раствор активно-голубого КХ концентрацией 100 мг/л.

Водный раствор красителя в плазме барьерного разряда обрабатывался в ПБР в течение 15, 30, 60, и 120 минут. Экспериментально установлено (рис. 1), что с увеличением времени обработки, концентрация красителя уменьшается. Показано, что при 15-минутном воздействии ПБР на водный раствор красителя концентрация снизилась в 8 раз (со 100 до 12 мг/л), а уже при 120-минутном воздействии концентрация красителя была ниже предела обнаружения.

Также важно отметить, что краситель активный ярко-голубой КХ легко теряет свою окраску, после 15 минут она становится менее интенсивной, а после 30 минут исчезает.

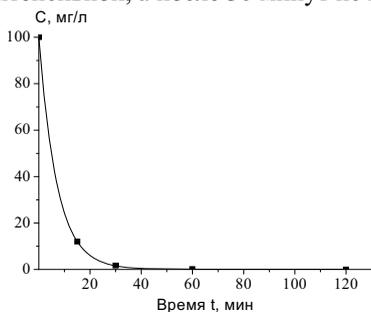


Рис. 1. Кинетика разложения красителя активного ярко-голубого КХ.

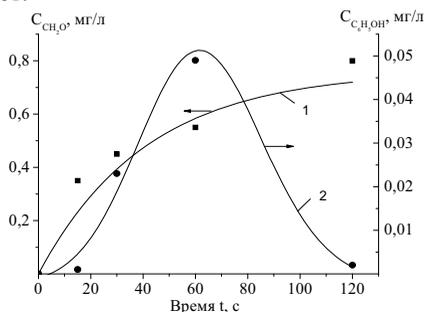


Рис. 2. Кинетика образования формальдегида (1) и фенола (2) при деструкции красителя активного ярко-голубого КХ.

Эффективность разложения исходного соединения не всегда является основным критерием для определения экологической целесообразности использования метода очистки, поэтому необходимо контролировать не только степень превращения, но и выход конечных продуктов деструкции. Напомним, что в широко распространенных процессах электрохимической очистки окрашенных сточных вод основным продуктом деструкции красителя является бензидин, т.е. токсичность воды для окружающей среды, несмотря на то, что вода становится бесцветной, существенно не снижается. В случае использования ПБР бензидин не регистрируется, а в обработанной воде регистрируются нитриты, нитраты, сульфат-ионы, наблюдается увеличение карбонат-ионов, биологически легко окисляемых органических соединений. Кинетические концентрационные кривые продуктов деструкции представлены двумя типами зависимостей: кривые насыщения и кривые, проходящие через максимум.

После обработки красителя в ПБР нами были определены концентрации альдегидов, карбоновых кислот и фенола. Выявлено (рис. 2), что альдегиды и одноосновные карбоновые кислоты являются конечными продуктами деструкции красителя, поскольку кинетика их накопления описывается кривой с насыщением. Кинетика образования фенола имеет экстремальный характер. Так, при времени  $t = 60$  мин, концентрация фенола имеет максимальное значение –  $C = 0,049$  мг/л, а при дальнейшем воздействии активных частиц плазмы на водный раствор красителя происходит снижение концентрации фенола до величины ПДК<sub>р.х.</sub>

Следовательно, можно предположить, что фенол в рассматриваемом случае не является конечным продуктом деструкции и может разлагаться до других конечных продуктов окисления (например, до  $\text{CO}_2$ ). Таким образом, ПБР целесообразно использовать для деструкции красителя активно-голубого КХ.

**Л.М. Кузнецов**

Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет «ИНЖЭКОН»

## **ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Дереворазрушающие грибы можно условно подразделить на грибы белой и бурой гнили в зависимости от соотношения разлагаемых целлюлозы и лигнина [6]. Лучше всего судить о лигнин- и целлюлозоразрушающей способности грибов можно на основании изменений основных компонентов древесины особенно на первых стадиях ксилолиза [2]. На основе данных о соотношении разлагаемых целлюлозы и лигнина вычисляется индекс  $I_c$ :

$$I_c = C/(C+L),$$

где  $C$  и  $L$  - потери соответственно целлюлозы и лигнина.

Для целлюлозоразрушающих грибов  $I_c > 1$ . Чем ниже значение этого индекса, тем, следовательно, в большей мере разрушается лигнин.

Наибольшие трудности при производстве целлюлозы возникают на начальных стадиях производства, связанных с ее выделением из исходного растительного сырья. Процесс выделения осуществляется путем варки измельченной в щепу древесины в присутствии различных химических реагентов. Под их воздействием происходит удаление из сырья лигнина, гемицеллюлоз и прочих нецеллюлозных компонентов.

В результате варки получают три вида продуктов – полуцеллюлозу, целлюлозу высокого выхода и целлюлозу нормального выхода.

Таким образом, основная проблема, решаемая путем варки, – это удаление из древесной массы лигнина. Химически лигнин представляет собой смесь различных полимеров и может быть охарактеризован как полифенолоспирт.

Удаление из древесной массы лигнина и гемицеллюлоз путем варки является весьма эффективным способом. Однако данный технологический процесс имеет и существенные недостатки. Основной проблемой является большое количество образующихся в процессе варки и промывки токсичных отходов. Среди образующихся отходов можно назвать

лигносульфонаты, сульфаты, меркаптаны и т.д. Их присутствие в окружающей среде даже в небольших количествах приводит к существенным нарушениям в экосистемах. Поэтому целлюлозно-бумажное производство по праву считается одним из самых экологически опасных.

В этой связи представляет интерес использование ферментов дереворазрушающих грибов в качестве разрушителей лигнина при производстве целлюлозы. В случае удачного промышленного применения подобных биотехнологий выбросы и сбросы целлюлозно-бумажной промышленности могли бы сократиться, по некоторым оценкам, до 80%.

Ферменты дереворазрушающих грибов способны эффективно разрушать лигнин древесины практически до углекислоты и воды. При этом не требуется создавать ни высокого давления, ни температуры. Процесс протекает при нормальных условиях, что делает применение данной биотехнологии особенно привлекательным. Начиная с 1998 года под руководством д.б.н. проф. В.А.Соловьева и д.т.н. проф. Г.А. Пазухиной на кафедре общей экологии, анатомии и физиологии растений СПбГЛТА им. С.М. Кирова был проведен ряд экспериментов по обработке технологической щепы лигнин разрушающими ферментами. Результаты этих опытов продемонстрировали принципиальную возможность использования подобной биотехнологии. Однако при этом были установлены и определенные трудности.

Во-первых, это получение лигниназ – ферментов расщепляющих лигнин. Эти ферменты можно выделять из организмов грибов, вызывающих белую гниль, однако эксперименты показывают, что добиться получения указанной группы ферментов в промышленных масштабах – задача трудно выполнимая.

Во-вторых, ферменты дереворазрушающих грибов разрушают, как правило, все компоненты древесины. Поэтому можно лишь условно говорить о грибах белой и бурой гнили. Они различаются лишь соотношением разрушаемых целлюлозы и лигнина. Следовательно, при использовании ферментов будут происходить значительные потери сырья, за счет некоторого разрушения ферментами целлюлозы. Это было четко зафиксировано в проведенных экспериментах.

В-третьих, ферментативное расщепление лигнина происходит весьма медленно, что потребует существенного увеличения производственных площадей действующих ЦБК

В этой связи представляется целесообразным пойти по пути синтеза ферментов-аналогов природным, но имеющих более специфическую активность по отношению к лигнину.

На современном этапе возможно технологическое применение грибов-разрушителей древесины в качестве подготовки древесного

сырья к варке. Под их воздействием будет происходить ослабление химических связей в лигнинах, присутствующих в сырье, что позволит снизить расход реагентов в процессе варки, удешевить процесс производства и снизить экологические нагрузки от предприятий ЦБК

### Литература

1. Адылова А. Т. Биодegradация фенола штаммом *Pseudomonas* sp., маркированным gfr-геном. Адылова А.Т., Черникова Т.Н., Абдукаримов А.А.//Прикладная биохимия и микробиология. 2008. Т.48. № 3, С. 308-313
2. Совершенствование биологической отбелки сульфатной целлюлозы. Александрова Г.П., Медведева С.А., Бабкин, В.А., Соловьев В.А., Малышева О.Н. // Химия древесины. 1993. №4. С. 14–17.
3. Скрининг лигнинаразрушающих грибов для биотехнологических процессов. Александрова Г.П., Медведева С.А., Петров, А.Н., Бабкин В.А. // Прикладная биохимия и микробиология. 1998. Т. 34. №3. С. 270–275.
4. Каретникова Е.А. Утилизация водорастворимых фенольных соединений, образующихся в процессе пиролиза лигнина штаммом *Penicillium tardum* Н-2. Е.А. Каретникова // Прикладная биохимия и микробиология. 2006.Т.42, № 1.С. 55-58
5. Медведева С.А. Экологическое преобразование производства целлюлозы на основе биотехнологий. С.А Медведева, Г.П. Александрова, В.А Бабкин, // Химия в интересах устойчивого развития. 1996. № 5–6. С. 313–320.
6. Соловьев В.А. Микогенный ксилолиз, его экологическое и технологическое значение. В.А. Соловьев // Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. С. 140-171.

**А.Ю. Курепин<sup>1</sup>, А.В. Яковлев<sup>1</sup>, Е.В. Скиданов<sup>2</sup>,  
Е.В. Яковлева<sup>3</sup>, А.И. Финаенов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Энгельсский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

<sup>2</sup>ООО НПП «ЛИССКОН» г. Саратов

<sup>3</sup>Саратовский государственный аграрный университет  
им. Н.И. Вавилова

### **СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА**

В настоящее время в условиях ухудшающейся экологической ситуации наиболее актуальным стал вопрос о более грамотном и экономичном природопользовании. В частности, это выражается в остром дефиците чистой пресной воды, что приводит к необходимости поиска новых методов её очистки и использованию замкнутых систем оборотного водоснабжения.

Один из способов очистки - сорбционный. Данный метод имеет некоторые преимущества по сравнению с другими: относительная простота оборудования, возможность очистки воды от некоторого конкретного загрязнителя, возможность подбора наиболее эффективного сорбента. Новым эффективным сорбентом является терморасширенный графит или пенографит. Пенографит – материал с большой удельной поверхностью до 100 м<sup>2</sup>/г, получаемый из интеркалированного графита, химически инертный и термостойкий с рабочим диапазоном температур от -25 до 1000°С.

Все эти качества пенографита позволяют его использовать в качестве эффективного адсорбента для широкого спектра загрязнителей (нефтепродуктов и белков, катионов и анионов и т.д.). Несмотря на высокие сорбционные показатели, широкое применение пенографита в качестве адсорбента затруднено отсутствием технологии гранулирования с сохранением большой удельной поверхности и удельной пористости. На сегодняшний день термообработкой интеркалированного графита в специальных формах (самопрессованием) получены гранулы терморасширенного графита, имеющие вышеперечисленные свойства. Немаловажным фактором при выборе сорбента является возможность его переработки и утилизации. С этой точки зрения терморасширенный графит можно рассматривать как относительно легко утилизируемый материал, так как его можно сжигать. Так пенографит, загрязнённый нефтепродуктами, возможно перерабатывать в топливные брикеты.

Наиболее близким по структуре и свойствам к ТРГ материалом, используемым в качестве сорбента, является углеродная смесь высокой реакционной способности (УСВР) – пеноматериал с насыпной плотностью 1 – 10 г/дм<sup>3</sup>, получаемый при резистивном нагреве (электрические дуги) специально обработанного в кислотах графита, при этом вспенивание происходит непосредственно в реакционной камере. Полученный таким образом материал, несмотря на большую удельную поверхность 100-500 м<sup>3</sup>/г и хорошие показатели по адсорбции многих органических и неорганических соединений, является очень легким, что затрудняет его использование для сбора загрязнений в открытых водоемах. При механическом гранулировании значительная часть пор закрывается, что снижает удельную поверхность и адсорбционную емкость.

Предлагаемая технология производства универсальных сорбентов на основе графита позволяет решить указанные проблемы. При электрохимической обработке дисперсного графита в качестве электролита могут быть использованы кислоты (серная или азотная) значительно меньшей концентрации, чем при традиционном химическом окислении. Таким образом, доля остаточных соединений серы и азота в продукте термолитиза не превышает десятых долей процентов (масс.). В результате

электрохимического окисления природного дисперсного графита получаются соединения внедрения (СВГ) с насыпной плотностью  $1,0 \text{ г/см}^3$  при термоллизе которых образуется терморасширенный графит с насыпной плотностью  $1 \text{ г/д м}^3$ . В отличие от традиционных СВГ, вспенивающихся при температурах не ниже  $400\text{--}500^\circ\text{C}$ , электрохимически синтезированные соединения терморасширяются в более широком диапазоне температур  $150 - 1000^\circ\text{C}$ , причем, предпочтительнее низкотемпературно терморасширяющиеся соединения графита, так как позволяют использовать более широкий круг материалов для создания пористых углеродных композиций на основе пенографита.

Термоллиз СВГ можно проводить в закрытой газопроницаемой форме, обеспечивая формирование гранул с требуемыми размерами и характеристиками, причем в их состав можно вводить структурирующие и повышающие механическую прочность и адсорбционную способность добавки. Такой способ позволяет регулировать пористость углеродного материала варьированием массы закладки в форму и степени терморасширения (табл. 1).

Как известно, углеродные материалы являются не только эффективными катионообменниками, но и при высокой концентрации гидроксильных ПФГ проявляют анионообменные свойства. Для комплексной оценки адсорбционно-ионообменных свойств терморасширенного графита, фильтры из ТРГ полученного по электрохимической технологии использовались в процессе водоподготовки питающей воды ТЭЦ-3 г. Энгельс.

Таблица 1

Характеристики самопрессованных фильтров ( $\phi 60 \text{ мм}$ ;  $h = 8 \text{ мм}$ )

№ образца	Плотность фильтра, $\text{г/см}^3$	$m_{\text{трес}}$ , г	$S_{\text{уд}}$ , $\text{м}^2/\text{г}$	Прочность на излом, $\text{кг/см}^2$	Пористость, %		
					расчетная	по воде	по толуолу
1	0,08	1,95	41	1,5	96,3	62,0	82,2
2	0,10	2,35	37	1,8	95,1	61,6	80,8
3	0,12	2,73	36	2,3	94,3	60,9	74,6
4	0,13	3,02	34	2,6	94,3	60,5	79,1
5	0,14	3,31	33	2,8	93,4	60,1	76,7

Таблица 2

Состав и pH питающей воды ТЭЦ-3 (г. Энгельс) и требования к очищенной воде

Вода	Хлорид-ион, мг/л	Сульфат-ион, мг/л	Общая жесткость, мг•эquiv/л	pH
питающая	38	115	225	9,5±10,5
очищенная	26±28	45±50	32±48	8,5±8,8

Экспериментально показана возможность извлечения при подготовке воды катионов жесткости до 80%, с одновременным извлечением хлорид-ионов до 40% и сульфат-ионов до 85%. Сорбционная емкость по катионам жесткости для ТРГ более чем в 3 раза выше, по сравнению с волокнистыми сорбентами. Однозначных выводов о механизме очистки по проведенному эксперименту сделать невозможно.

Таблица 3

Результаты очистки питающей воды ТЭЦ-3 (V=2 л) фильтрами из ТРГ

Извлекаемый ион	Номер образца	Конечная концентрация иона, мг/л	R, %	(С), мг•эquiv/г
Cl <sup>-</sup> (C <sub>исх</sub> =38мг/л)	1	29	24	0,26
	5	22	42	0,27
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (C <sub>исх</sub> =115мг/л)	1	45	61	1,50
	5	18	84	1,22
Общая жесткость (C <sub>исх</sub> =225 мг•эquiv/л)	1	126	44	3,2
	5	46	80	3,4

В целом, по полученным результатам, можно констатировать перспективность применения ТРГ и изделий на его основе для извлечения катионов металлов из водных растворов.

Результаты проведенных исследований внедряются для очистки воды в станциях «ЛИССКОН 101» производства ООО НПП «ЛИССКОН».

**Е.Н. Лазарева, Л.Н. Ольшанская, И.В. Михайлова**

Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета,

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ШПАЛ**

Железнодорожный транспорт – один из видов транспорта общего пользования, представляет собой единый производственно-технический

комплекс с входящими в него предприятиями и учреждениями производственного и социального назначения [1].

Железнодорожный транспорт затрачивает на 1 т перевозимого груза энергетических ресурсов в 14 раз меньше автомобильного и в 79-100 раз меньше воздушного, не говоря уже о таких преимуществах, как всепогодность, массовость, комфортность.

С 2001 года в ОАО «РЖД» действует «Экологическая программа железнодорожного транспорта». Она позволит снизить техногенное воздействие от хозяйственной и иной деятельности филиалов ОАО «РЖД» на окружающую среду.

Проблема размещения образующихся на предприятиях отходов вышла на первое место по своей значимости среди экологических проблем. Для уменьшения образования промышленных отходов на предприятиях путевого хозяйства следует внедрять безотходные утилизационные технологии и организовывать обезвреживание тех отходов, которые не принимают для захоронения на свалки или переработки на специализированных предприятиях [2].

Ежегодно на сети Российских железных дорог проводится замена деревянных шпал, пропитанных экотоксичным антисептиком, на более экологически чистые – железобетонные конструкции.

Проблема утилизации и использования отработанных деревянных шпал, относящихся к отходам 3 класса опасности, стоит довольно остро на всех железных дорогах. В большинстве регионов полигоны для захоронения и соответствующие предприятия по утилизации отсутствуют. Ростехнадзор наложил запрет на реализацию бывших в употреблении шпал населению для использования их в качестве топлива.

В итоге подразделения путевого хозяйства вынуждены складировать использованные деревянные шпалы на своих производственных площадках, что приводит к их сверхнормативному накоплению и, соответственно, сверхлимитным платежам и штрафным санкциям за размещение отходов.

Предприятие «Рельсосварочный поезд № 2» («РСП № 2») является ресурсосберегающим предприятием, позволяющим после специальной очистки и проверки на площадке подготовки вторично использовать старогодные рельсы.

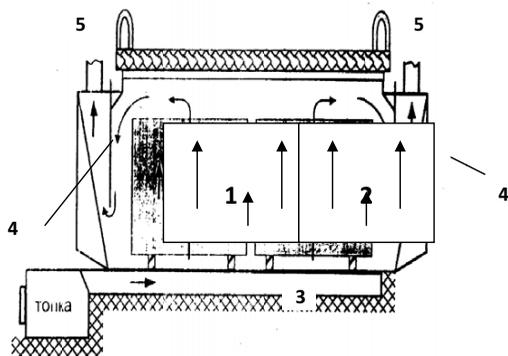
Но в процессе переборки рельсошпальной решетки образуются не годные для использования, отработанные деревянные шпалы.

Одним из методов обезвреживания твердых промышленных отходов является пиролиз [3,4]. В камерах пиролиза должно быть обеспечено положительное по отношению к атмосферному давление на уровне 0,01 МПа, исключающее подсос кислорода воздуха из атмосферы. Данный метод утилизации лежит в основе пиролитической переработки

отработанных деревянных шпал в древесный уголь, по ГОСТ 7657-84 «Уголь древесный», реализуемый на территории «РСП № 2». Процесс проводится в камерной углевыжигательной печи марки КП.1 (рисунок).

Габаритные размеры камеры: длина - 6,93 м; ширина - 3,38 м; высота без дымовых труб - 2,5 м; высота с дымовыми трубами - 5,3 м.

Камерная углевыжигательная печь предназначена для пиролиза кусковых древесных отходов длиной 0,12-2,5 м, толщиной до 0,2 м. Продукцией углежжения является древесный уголь.



Камерная углевыжигательная печь марки КП.1, состоящая из:  
1,2-камеры пиролиза; 3-нижний ярус воздуховода; 4-траектория потока воздуха;  
5-воздуховод.

Углевыжигательная печь может состоять из одной или двух камер. Режим работы углевыжигательной печи обычный, не форсированный.

Камера печи предназначена для выполнения трех этапов трансформации древесного сырья в древесный уголь:

1-сушка (удаление из древесины свободной влаги);

2-пиролиз (деструкция древесины);

3-охлаждение продукта в герметически закрытых камерах пиролиза.

Технологический контейнер вместимостью до 10м<sup>3</sup> (8 т) предназначен для укладки в него круглых лесоматериалов длиной 5,0 м или древесных отходов в процессе сушки, пиролиза и, в значительной мере, выгрузки готового продукта - древесного угля.

Сток конденсировавших газов пиролиза осуществляется в жижесборник. Боров предназначен для отвода топочных горячих дымовых газов через жижесборник в камеру пиролиза. Камеры отделены друг от друга теплоизолирующей стенкой.

Каждая камера снабжена двумя дымовыми трубами, предназначенными для отвода парогазовой смеси и несконденсировавшихся газов пиролиза за пределы камеры пиролиза. Дымовые трубы в верхней их части снабжены средствами дожига газов пиролиза и заслонками с тягами, регулирующими степень открытия заслонок. Для дожига несконденсировавшихся газов пиролиза верхняя часть трубы изнутри снабжается «зажигалкой» в виде раскаленной спирали, ниже которой стенки дымовых труб снабжены отверстиями (три и более) с открытым снизу патрубками, по которым к «зажигалке» подается окислитель – атмосферный воздух.

Согласно заключению Испытательного центра ФГУП «Институт горючих ископаемых» и лаборатории аналитического контроля Саратовского военного института радиационной, химической и биологической защиты полученная продукция (уголь) соответствует ГОСТ 7657-84 «Уголь древесный» и является экологически безопасной и может быть реализована населению на хозяйственные нужды.

Опыт производственного предприятия «РСП №2» показывает целесообразность применения пиролитического метода утилизации шпал с полной очисткой отходящих газов. При таких условиях исключается загрязнение окружающей среды высокотоксичными веществами.

### Литература

1. Маслов Н.Н. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте / Н.Н.Маслов, Ю.И.Коробов. М.: Транспорт, 1996 . – 56 с.
2. Охрана труда и основы экологии на железнодорожном транспорте / под редакцией А.А. Крутякова. - М.: Транспорт, 1993. – 200 с.
3. Бернадинер М.Н. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов / М.Н.Бернадинер, А.П.Шурыгин. М.: Химия, 1990. - 245 с.
4. Воловик А.В. Переработка бытовых и промышленных отходов в высокотемпературной шахтной печи /А.В.Воловик, Е.М.Шелков, И.А.Долгоносова // Экология и промышленность России. – 2001.- № 10. - С. 9 – 12.

**А.Б. Левченко<sup>1</sup>, В.А. Румянцев<sup>1</sup>, В.Ю. Цветков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт Озероведения РАН, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки специалистов по природопользованию, экологической безопасности и охране окружающей среды, Санкт-Петербург

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСОРБЕНТОВ В ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ОТ НЕФТЯНЫХ ПЛЕНОК НА ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ**

В последние годы наблюдается рост загрязнения природных водных объектов нефтепродуктами. Применение обычных методов ликвидации загрязнения нефтью все чаще не предотвращает негативные экологические последствия. В Институте озероведения РАН (ИНОЗ РАН) была проведена работа по созданию новых подходов к решению проблемы – созданию биосорбентов для борьбы с нефтяными загрязнениями. Биосорбенты – это препараты, полученные биотехнологическим путем, способные активизировать процессы самоочищения от нефтяных продуктов в загрязненных природных водах. Они успешно показали себя в борьбе с нефтяным загрязнением воды. В работе рассмотрены некоторые этапы развития биосорбционной технологии, направленной на очистку поверхности воды от нефтяных пленок.

Очистка природных водных объектов от нефтяного загрязнения с помощью биологических методов обычно ограничивалась использованием удобрений в разных формах для активизации разрушения нефти (bioremediation) и была впервые широко использована при ликвидации последствий аварии танкера Exxon Valdez [1] и в некоторых других недавних эпизодах, связанных с масштабным нефтезагрязнением морской среды [2]. Однако применение таких традиционных технологий ликвидации загрязнения нефтью, как биологические и механические, далеко не всегда предотвращает негативные экологические последствия. В связи с этим нами была осуществлена разработка новых подходов к решению проблемы с помощью оригинальных типов препаратов – биосорбентов. Препараты были получены на основе алюмосиликатных сорбентов и бактерий, разрушающих нефтяные углеводороды. Теоретические аспекты технологии биосорбентов были сформулированы в [3]. Эффективность экспериментальных типов биосорбентов для очистки морской и пресной воды от нефти была продемонстрирована в ходе совместных работ Мурманского морского биологического Института РАН (ММБИ РАН) и Технологического исследовательского центра Финляндии (VTT-центр, Финляндия). [5, 6, 7] в 1994-2001 годах. В настоящее время

мы разработали новый тип биосорбентов для ликвидации нефтяного загрязнения природной водной среды. Препарат применялся на более чем в 30 аварийных инцидентах в России и за рубежом [4]. В работе рассмотрены перспективы использования биосорбентов при очистке городских водных объектов от загрязнения нефтепродуктами.

Ликвидация плёнок нефтепродуктов на поверхности воды и регулярная очистка водных объектов. При перекачке нефтепродуктов и по иным технологическим причинам на поверхности воды образуется тонкая нефтяная плёнка толщиной от сотых долей миллиметра и больше. Известно, что один литр нефти покрывает тонкой пленкой до 1 га, поверхности воды, нарушая баланс кислорода и приводя к негативным экологическим последствиям. Необходима ликвидация таких пленочных покрытий воды. Разработанный в ИНОЗ РАН биосорбент весьма эффективен для этих целей. Количество препарата, наносимого на плёнку, зависит от типа нефтепродуктов и сезона года.

Действие биосорбента на сырую нефть на поверхности воды обеспечивает: а) физико-химическое разрушение и фрагментация нефтяного пятна, что создает оптимальные условия для механического удаления нефти из воды и б) активность в разрушении нефти. Активность, в разрушении нефти биосорбентом обеспечивается тремя основными компонентами: 1. бактериями, содержащимися в частицах биосорбента (40-60% активности, в зависимости от условий: температуры, аэрации, типа нефти и пр.); 2. физико-химическими факторами (10-18%); 3. природным самоочищением естественных водоемов, которое в свою очередь активируется биосорбентом (20-30% активности). Каскадный эффект действия препаратов «Биосорб», охарактеризованный в таблице, делает его уникальным по спектру возможностей, как в автономном режиме применения, так и в сочетании с механическими способами сбора нефти.

Каскадный эффект при использовании биосорбента для очистки воды	Время
1. Разрушение пленки и локализация нефтяного пятна	0,5 – 1ч
2. Сорбция нефти	2 – 4 ч
3. Начало биодеструкции	4 – 5 ч
4. Активизация естественного самоочищения воды от нефти	5 – 8 ч
5. Очистка поверхности и толщи воды от нефти (80-90 %)	7-14 сут
6. Разрушение нефти в донных отложениях - аэробный процесс (50-75 %)	40 – 50 сут
7. Разрушение нефти на препарате в береговой зоне (до 60-75 % )	20 – 40 сут
8. Разрушение нефти в донных отложениях в условиях анаэробноз (50-60%)	>100 сут

Обычно для ликвидации поверхностных тонких пленок нефтепродуктов используется несколько десятков граммов биосорбента на 1 м<sup>2</sup> пленочного покрытия. В результате освобождается значительная часть (до 80%) загрязненной нефтью акватории. Пример такой очистки на городском водном объекте приведён на рисунке.



Применение биосорбентов ИНОЗ РАН и бонов при ликвидации пятна нефтепродуктов, аварийной службой ГУП «Ленводхоз» на реке Фонтанка в Санкт-Петербурге [8].

Существенный эффект от применения биосорбционной технологии достигается при осуществлении регулярных мероприятий по очистке водных поверхностей от плёнки нефтепродуктов. Такие мероприятия обеспечивают эффективное восстановление водоёмов в городской черте, а также предотвращают санитарно-токсикологическую опасность, возникающую вследствие активизации анаэробных процессов под плёнкой нефтепродуктов. Кроме этого, важны и эстетические следствия регулярной очистки городских водных объектов. Например, в городе с развитой индустрией туризма нормальный вид (в т.ч. запах) водоёмов в пределах города создаёт более благоприятное восприятие всех городских объектов, способствуя тем самым росту туризма, являющегося важной составляющей поступлений в городской бюджет, не говоря уже об улучшении бытовых условий для жителей города.

#### Литература

1. Swanell R.P.G., (1999) A field demonstration of the efficacy of bioremediation to treat oiled shoreline following the Sea Empress incident. / R.P.G Swanell, D. Mitchell and al // Environmental Technology; 1999. 20 (8), P.863-873 /
2. ИТОПФ (2009) About Marine Spills // Available on: <http://www.itopf.com/marine-spills>
3. Levchenko A. Analysis of microbiological capacity of waters of the arctic seas to a self-cleaning from oil (concept of biosorption technology.). / A. Levchenko., / Materials of "4<sup>th</sup>

International Congresses on a Homogeneous Catalysis”, Technological Institute, Leningrad., (1984) pp.226-229.

4. Levchenko A. Biosorbents for oil spill combating / A. Levchenko, V. Roumiantsev Seminar on Biotechnology for Marine Oil Spills and Contaminate. Soils in North region, Archangelsk meeting-2005, INOZ RAS 2006, in Russian, 2005. P.21- 29

5. Description of the Research Project 'Biosorbents and Absorbents in Oil Spill Combating in Sea Environment'. / Liukkonen, S., Rytkonen, J., Matishov, G., Petrov, V., Worthington, W., Levchenko, A. Tilkanen, J. AMOP'94 Seminar, June 8 - 10, 1994, Vancouver, Canada. P. 21-36.

6. Usage of biosorbents for recovery of polluted waters and soil of near-shore areas of Arctic Region. / Matishov G., Petrov V., Rytkonen J, et. Al. A preprint of Murmansk, MMBI RAS, ed. Matishov G., (2001) pp, 9-28

7. Rytkonen J., S. Liukkonen, A. Levchenko, (1997) Biosorbents and absorbents in oil spill combating in sea: Models and natural experiments. / J. Rytkonen., S. Liukkonen, A. Levchenko. Int. Petrol Industry And Environmental Seminar » 22-25.09.97, Abu-Daby, 1997. P.41-54.

8. Березин В.В. (2002). Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. \ В.В. Березин и др \ Охрана окружающей среды в Санкт-Петербурге. \под ред. Голубева В.А. СПб, , 2002, Гл.15. Стр.23-35

**Н.В. Маркелова**

Брянский государственный университет

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

Ягодные культуры возделываются во всех регионах России. Они играют важную роль в снабжении населения плодовоовощной продукцией, отличаясь высокой урожайностью, скороплодностью, раннеспелостью. Ягоды являются кладезем витамина С, биологически активных веществ, обладают оздоравливающим действием. Биологически активные вещества запускают механизмы и участвуют в процессах выведения из организма человека продуктов жизнедеятельности, в процессах связывания и выведения солей тяжелых металлов, радионуклидов.

Увеличение производства ягод должно осуществляться, главным образом, за счет резкого повышения урожаев ягодных культур и их стабильности по годам. Однако ягодные культуры подвергаются воздействию неблагоприятных климатических факторов в большей мере, чем посевы полевых культур, и в этом одна из причин вариабельности их продуктивности. Лимитирующим фактором продуктивности остается прогрессирующее распространение ряда грибковых и вирусных заболеваний, что требует решения проблемы защиты урожая, мероприятий по оздоровлению растений.

В последнее время большое значение придается получению экологически чистой продукции, охране окружающей среды, в связи с чем разрабатываются технологии, исключая или сводящие к минимуму применение химических средств, загрязняющих окружающую среду. Современные условия, характеризующиеся повышенной экологической нагрузкой, требуют проводить экологизацию всех звеньев технологии выращивания сельскохозяйственных культур, и прежде всего защиты растений, где ведущая роль отводится селекции. При этом чем хуже почвенно-климатические и погодные условия той или иной земледельческой зоны, чем ниже уровень допустимой антропогенной нагрузки, техногенной оснащенности растениеводства, тем выше роль генетической защищенности, потенциальной продуктивности и экологической устойчивости сортов ягодных культур, т.е. адаптивной селекции. Еще Н.И. Вавилов отмечал, что самым радикальным путем борьбы с болезнями является введение в культуру иммунных сортов, которые должны быть получены путем отбора среди существующих сортов или путем скрещивания между собой устойчивых форм с дальнейшим отбором высокоурожайных непоражаемых форм.

Таким образом, наиболее надежным средством защиты растений остается выращивание устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды и высокопродуктивных сортов, особенно сортов с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Это важно для получения экологически чистой продукции, чтобы исключить или существенно ограничить применение пестицидов.

Основной путь решения данной проблемы - решение селекционных задач, создание сортов с широкой нормой адаптации с привлечением различных источников генетической устойчивости. Это успешно осуществляется на основе гетерозисной селекции. С той же целью проводится идентификация генов, контролирующей устойчивость к болезням и вредителям, на их основе создаются доноры устойчивости. Их использование в селекционном процессе позволит интенсифицировать работу по созданию иммунных сортов к грибным болезням и далее перейти на экологически безопасные технологии выращивания ягод и посадочного материала. Наряду с повышением иммунитета и адаптивных свойств преследуется цель создания форм с высоким качеством ягод на основе включения в гибридизацию доноров на улучшения качества ягод. Таким образом, селекция на широкой генетической основе с использованием методов гетерозисной селекции позволяет получать ценные рекомбинанты для селекции и хозяйственного использования.

К настоящему времени имеется достаточно богатый генофонд ягодных культур для решения этих проблем и исследования по большинству селекционируемых видов достигли высокого уровня.

В связи с этим наряду с энерго- и ресурсосберегающими технологиями необходимо акцентировать внимание на экологизации технологий получения сельскохозяйственной продукции путем создания устойчивых к неблагоприятным факторам среды сортов.

**В.М. Милушкин, С.Ю. Назаренко**

Томский политехнический университет

### **ПРОЦЕССЫ СОРБЦИИ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА(II) и (III), МЕДИ(II) И РТУТИ(II) В УСЛОВИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ДОЛОМИТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА**

Проблема снабжения населения качественной питьевой водой в настоящее время не решена и требует разработки новых методов очистки непосредственно у потребителя. На первом этапе перспективной является доочистка воды в местах потребления с использованием аппаратов малой и средней производительности [1]. Их сочетание с централизованной поставкой воды позволит достичь необходимого качества питьевой воды [2,3]. Одним из направлений в очистке воды является использование в качестве сорбента природного минерала доломита [4].

Целью работы являлось изучение действия ультразвука на процессы сорбции примесей железа (II) и (III), меди (II) и ртути (II) в условиях кипящего слоя измельченного доломита и в оценке возможности доочистки водопроводной воды.

Обработку воды проводили на экспериментальной установке, блок-схема которой представлена на рис.1.

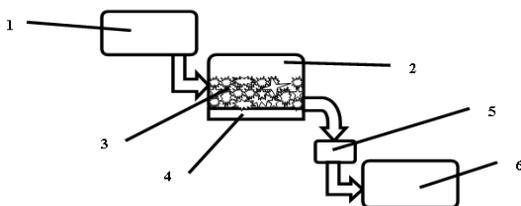


Рис.1 Блок-схема экспериментальной установки

Работа установки происходит путем перетока воды из одного элемента конструкции в другой самотеком. Из стеклянной емкости модельный раствор 1 подавали в металлическую емкость 2, в которую предварительно засыпали сорбционную загрузку 3 доломита (фракции 2; 4; 6 мм), к дну которой присоединены источники ультразвука 4 (15 Вт/см<sup>2</sup>,  
290

30 кГц). Под воздействием ультразвуковых колебаний частицы доломита создают кипящий слой, в котором его частицы все время находятся в состоянии хаотического движения (циркуляции) и соударений, что приводит к обновлению поверхности доломита. Продукты соударения и механического измельчения создают активную к сорбции взвесь. Таким образом, из воды осаждаются растворимые примеси. Очищенная вода подается в осветлитель 5. Далее вода поступает в накопитель очищенной воды 6.

Анализ содержания железа проводили по известной методике, основанной на фотокolorиметрировании окрашенного соединения сульфосалициловой кислоты с ионами железа [5].

Модельный раствор  $Fe^{2+}$  был приготовлен из сульфата железа (II)  $FeSO_4 \times 7H_2O$  (ГОСТ 4148). Анализ раствора до и после обработки ультразвуком показал, что основной технический эффект – снижение содержания примеси железа (II) и (III) – достигается уже после 10 с обработки ультразвуком (табл.1).

Таблица 1

Зависимость концентрации растворимых примесей железа(II) и (III), от времени обработки модельного раствора ультразвуком в присутствии доломита

Наименование пробы		Концентрация примесей железа в воде, мг/л	ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01)
Исходный модельный раствор железа		2,30	0,3 мг/л
Время обработки модельного раствора железа, с	5	0,23	
	10	0,22	
	40	0,23	
	80	0,19	

Для оценки влияния массы доломита на концентрацию примесей железа при обработке воды ультразвуком при одной и той же мощности, частоте ультразвука и времени, подаваемого на доломит, была проведена обработка воды в присутствии образцов доломита с различной массой (рис.2).

Таким образом, после обработки модельного раствора ультразвуком в течение 10 с концентрация железа в воде снижается  $\approx$  в 10 раз и затем остается практически постоянной  $\approx$  0,2 мг/л.

Осаждение примесей меди (II) изучали с использованием модельного раствора, приготовленного из сульфата меди ( $CuSO_4 \times 5H_2O$ ). За первые 5 с произошло снижение концентрации примеси меди (II) в 2,4 раза, а за следующие 10 с – еще в 2,0 раза (Табл.2).

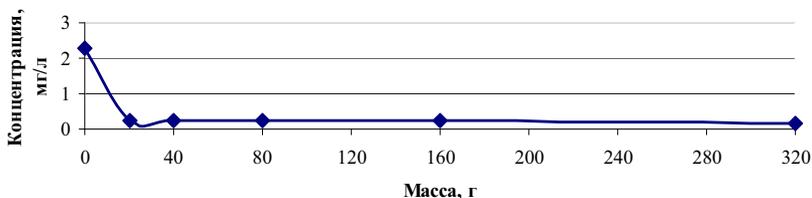


Рис.2. Влияние массы загрузки доломита на концентрацию примесей железа(II) и (III) в кипящем слое доломита под действием ультразвука ( $\tau=10$  с,  $V_{p-pa}=250$ мл)

С увеличением времени наблюдались колебания концентрации примеси Cu(II), тем не менее за 20-40 с обработки достигается устойчивое снижение концентрации  $\approx$  в 4 раза.

Для изучения влияния ультразвука на осаждение ионов ртути (II) был приготовлен модельный раствор с концентрацией 0,001 мг ртути (II) в 1л. раствора. Обработка модельного раствора ртути (II) в кипящем слое доломита под действием ультразвука в течение 5 с привела к снижению концентрации в  $\approx$  1,83 раза, а после 20 с – в 2,72 раза.

Таблица 2

Зависимость концентрации растворимой примеси меди(II), от времени обработки модельного раствора ультразвуком в присутствии доломита

Наименование пробы	Медь	ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01*)	
Модельный раствор меди	4,70	1,0 мг/л	
Время обработки модельного раствора меди(II), с	5		1,95
	10		0,95
	20		1,10
	40		1,85
	80		0,95
	160		1,20
	320		1,35

Показано, что при применении ультразвукового воздействия на доломит многократно повышается активность доломита к сорбции примесей тяжелых металлов из воды. За 5-10 с ультразвукового воздействия концентрация железа (II) и железа (III) снижается  $\sim$  в 10 раз, меди (II)  $\sim$  в 4,9 раза, ртути (II)  $\sim$  в 2 раза.

Примеси тяжелых металлов удаляются из воды путем осаждения на механически активированной поверхности и на дисперсных продуктах измельчения доломита под действием ультразвука.

На основе проведенных исследований разработанный метод обработки воды ультразвуком в кипящем слое доломита может быть

рекомендован для доочистки питьевой водопроводной воды и доведения ее показателей до международных стандартов.

### Литература

1. Доочистка Днестровской водопроводной воды с помощью бытового фильтра / Б.М. Кац, Т.В. Стрикаленко, Р.М. Длубовская, Е.В. Попова, Н.В. Гурская // Химия и технология воды. - 1993. - 15 №11-12. - С.772-775.
2. Волкотруб Л.П. Питьевая вода Томска гигиенический аспект / Л.П. Волкотруб, И.М. Егоров. Томск Изд-во науч.-тех. лит. 2003,182 с.
3. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: Энциклопедический справочник / Г.С. Фомин. М.: 2000. – 838 с.
4. Годымчук А.Ю.Технология изготовления силикатно-карбонатных сорбентов для очистки воды от катионов тяжелых металлов. дис....канд.техн.наук / А.Ю. Годымчук. Томск, 2003 . 141 с
5. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Концентрация железа. – М.: ИПК Изд–во стандартов, 1999. – 15 с.

**Т.Е. Никифорова, В.А. Козлов, А.Н. Гагина, Е.А. Модина**

Ивановский государственный химико-технологический университет

### **СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМИ СОРБЕНТАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КАТИОННЫМ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОМ**

Катионные полиэлектролиты приобретают все большее значение в науке, технике, медицине и сельском хозяйстве, находя применение в качестве флокулянтов в химической промышленности, для очистки оборотных и сточных вод, сахара, ультрафильтрации ферментов, стабилизации взвесей и пищевых жидкостей.

Целью настоящей работы является разработка новых сорбентов путем модифицирования целлюлозосодержащих материалов катионным полиэлектролитом.

Модифицирование сорбентов проводили раствором катионного полиэлектролита (концентрация 25-80 г/л) при температуре 30 °С, рН 6 в течение 5 минут, после чего сорбенты отжимали и сушили при температуре 120 °С.

Обнаружено, что наилучшие результаты по сорбции ионов меди достигаются при модифицировании сорбентов растворами поликатионитов с концентрацией 40 г/л.

Кинетические исследования показали, что при сорбции ионов Cu (II) исходными сорбентами равновесие в системе устанавливается в течение 2 ч в случае хлопкового волокна и отрубей и 1 ч для древесных опилок. Степень извлечения ионов меди из водного раствора с содержанием Cu (II)  $1,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л пшеничными отрубями, хлопковым волокном и древесными опилками составляет 50; 58 и 65 % соответственно.

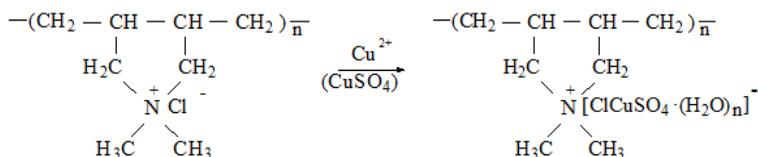
Обнаружено, что изотерма сорбции описывается в рамках модели Лэнгмюра. Определены величины предельной сорбционной емкости по ионам Cu (II) для пшеничных отрубей, хлопкового волокна и древесных опилок: 0,21; 0,28 и 0,35 моль/кг.

Экспериментальные данные свидетельствуют о сравнительно хороших кинетических свойствах при невысоких степенях извлечения ионов металла.

В процессе модифицирования образцов сорбентов полиэлектролитом ВПК-402 степень извлечения ионов меди возросла на 10-30 % и достигла значений 68, 80 и 91 % для пшеничных отрубей, хлопкового волокна и древесных опилок соответственно.

Катионные полиэлектролиты, имея в водном растворе заряд, противоположный заряду поверхности целлюлозных материалов, хорошо поглощаются сорбентами, содержащими в составе макромолекул активные группы, способствующие различным взаимодействиям сорбентов с ионами металлов. В процессе модифицирования этих сорбентов катионным полиэлектролитом между ними возникает межмолекулярное взаимодействие полярных групп целлюлозы (-ОН, -СОС, -СООН) и азотсодержащего полимера (гидрофильные солевые центры  $N^+Cl^-$ ). Таким образом, азотсодержащий гидрофильный полимер прочно удерживается на поверхности сорбента и способен связывать ионы металлов с образованием комплексных соединений, что обуславливает увеличение сорбции ионов меди.

В процессе сорбции ионов Cu(II) с участием поликатионита ВПК-402, вероятно, происходит связывание меди в виде однозарядного комплексного аниона на солевой форме поликатионита:



Следовательно, можно предположить, что имеющаяся в структуре полиэлектролитов ионная пара  $N^+Cl^-$  содержит в своем составе

электронодонор ( $\text{Cl}^-$ ), способный проникать во внутреннюю координационную сферу и образовывать комплекс с медью  $[\text{Cl}^- \text{Cu}^{2+} \text{SO}_4^{2-} (\text{H}_2\text{O})_n]^+$ , что и приводит к росту сорбционной емкости сорбента.

Наблюдаемое увеличение сорбционных характеристик природных целлюлозных сорбентов, модифицированных катионным полиэлектролитом, можно объяснить формированием на их поверхности в процессе модифицирования новых дентатных центров сорбции за счет сольватации и комплексообразования катионов металла с участием нейтральных ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и анионных ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) лигандов и связывания комплексного аниона меди сорбционными центрами гидрофильного азотсодержащего полимера в виде прочных комплексных структур.

Эти изменения находят свое отражение в ИК-спектрах образцов сорбентов, модифицированных поликатионитом ВПК-402. Наиболее заметные различия в ИК- спектрах сорбентов до и после модифицирования наблюдаются для участка спектра  $1157\text{-}1018\text{ см}^{-1}$ , где проявляются деформационные и валентные колебания связи С-О в спиртах, простых эфирах, кислотах, а также валентные колебания связи С-N в аминах.

**Л.П. Никулина, С.Е. Артеменко**

Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ ПОРОШОК ДЛЯ ПЕРЕСЫПКИ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА**

В современных условиях одним из путей улучшения экологической обстановки является использование в различных отраслях народного хозяйства экологически чистых материалов.

В настоящее время для сохранения качества поверхности листового стекла при хранении и транспортировке используются отечественный порошок на основе поливинилхлорида (ПВХ) и импортные порошки на основе метилметакрилата (ММА). Однако ПВХ не обеспечивает достаточной защиты от коррозии, в условиях нанесения на стекло при нагреве до  $110^\circ\text{C}$  в воздух рабочей зоны могут выделяться токсичные вещества, а импортные порошки чрезвычайно дороги. Целью работы являлся поиск отечественных аналогов, не уступающих по эффективности импортным порошкам.

Одним из наиболее экологически чистых полимеров отечественного производства является полиэтилен (ПЭ). Полимерные порошки, применяемые для разделения стекла, должны иметь определённый

фракционный состав с преимущественным содержанием (до 80-90 масс. %) частиц размером 60-130 мкм. ПЭ, полученный суспензионным методом, наиболее соответствует указанным требованиям.

Эффективность защитных порошков определяется целым рядом требований: они не должны оставлять пластических отпечатков на стекле, вызванных коррозией, не иметь абразивных включений, удерживаться на поверхности стекла без применения электростатического поля.

Проведение комплексных испытаний показало, что порошок на основе ПЭ в основном удовлетворяет требованиям, однако после испытаний в климатической камере кислотность его повышается (рН увеличивается в 2 раза), появляются отдельные пластические отпечатки на поверхности стекла, что свидетельствует о недостаточной защите от коррозии.

Для повышения защитных функций порошки обрабатывали растворами неорганических и органических кислот различной концентрации с последующей сушкой. Незначительное (на 10%) повышение защитных свойств даёт адипиновая кислота, однако обработка порошков растворами технологически сложна. Наиболее эффективно введение в композицию сухой адипиновой кислоты. Даже введение небольших количеств (до 5 масс. %) не изменяет рН среды.

Опытные испытания партии стекла, проведенные в течение 11 недель в наиболее неблагоприятный зимне-весенний период, показали, что ПЭ порошок, модифицированный адипиновой кислотой, обеспечивает надёжную защиту стекла от коррозии, не осыпается, не создаёт каких-либо повреждений.

Важным моментом является также тот факт, что нанесение порошка на стекло не требует существенной корректировки и может быть осуществлено на действующем оборудовании без изменения размера дозирующей щели. Удельный расход порошка, удерживающегося на поверхности стекла без применения электростатического поля, не превышает 0,5-0,7 г/м<sup>2</sup>, что аналогично импортным образцам.

Таким образом, разработан экологически чистый отечественный материал [1], обеспечивающий эффективную защиту поверхности стекла при транспортировке, стоимость которого в 8-12 раз ниже стоимости импортных порошков.

## Литература

1. Пат. 2285674 Российская Федерация, МКИ С03С 17/28 Защитное покрытие для листового стекла / Артеменко С.Е., Никулина Л.П., Лалыкин Н.В., Повиткова Л.Я.; заявитель и патентообладатель Саратовский государственный технический университет и ОАО «Саратовстройстекло». - №2004103637/04; заявл. 09.02.2004; опубл. 27.07.2005, Бюл. №29 - 2 с.

## **АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ**

В настоящее время приоритетным направлением разработок, позволяющих исключить образование «пластмассового мусора» после использования полимерных материалов, является их деградируемость в окружающей природной среде (ОПС). Для этого интенсивно исследуется возможность создания материалов на основе природных высокомолекулярных соединений (целлюлозы, крахмала, белков, олигосахаров и др.), способных быстро разрушаться в ОПС. Особый интерес с этой точки зрения представляет природный полимер хитин, добываемый из панцирей ракообразных и его производный хитозан (ХТЗ), чьим неоспоримым достоинством является безопасность для человека и ОПС, т.к. он экологически чист и полностью разрушается в природных условиях.

В работе представлены результаты исследования по созданию технологии биodeградируемых полимеров, в том числе с использованием биополимера ХТЗ, полученного из панциря речного рака.

Полная деградация в почве (от 5 суток до 3 недель) обнаружена у хитозановых плёнок, полученных из 1,5% раствора ХТЗ в 1% уксусной кислоте. При экспонировании в почве плёнки темнели, становились хрупкими, теряли массу, накапливали дефекты и пр. вследствие протекания деструкции по механизму деполимеризации или гидролиза.

Частичную деградацию полимерному материалу (на 10-50% в течение 3-10 месяцев) придают используемые добавки природного происхождения: картофельные очистки, крахмал, древесные опилки, ХТЗ. В качестве полимерного компонента был взят первичный и вторичный полиэтилен (ПЭ) высокого и низкого давления. Исследование поперечного среза и скола образцов ПЭ после экспонирования в почве методом оптической микроскопии показало, что разрушение материала происходит неравномерно, при разрушении срабатывает механизм биодеструкции в местах концентрирования добавки. В процессе биодеструкции в материале происходят структурные и химические изменения: методом ИКС показано полное исчезновение полосы поглощения для крахмала, т.е. его полная деструкция с течением времени. Полосы поглощения ПЭ уменьшили свою интенсивность, что указывает на частичную деструкцию матрицы. ХТЗ, вводимый в состав ПЭ в количестве 4-10% от массы полимера, вызывал

биodeградацию даже при непродолжительном экспонировании (1-12мес.) (таблица).

Снижение физико-механических характеристик полимерной композиции ПЭ-ХТЗ после экспонирования в почве

Состав композиции	Время экспонирования, масс.	Снижение свойств, %			
		$\sigma_p$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$\alpha_{уд}$ , кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{изг}$ , МПа
ПЭВД	5,	2,5	2,0	3,3	1,0
ПЭВД+4% ХТЗ	6	6,7	15	47	1,4
	12	9,0	16,7	66,6	2,3
ПЭНД+4% ХТЗ	1	1,8	12,6	45	22,2
ПЭНД+10% ХТЗ	1	10,4	27,2	41	21,3

Для ПЭВД деградация проявлялась в большей степени, т.к. он по сравнению с ПЭНД характеризуется меньшей упорядоченностью структуры. Деградация ПЭ протекала по механизму, заключающемуся в снижении его молекулярной массы аморфизации полимера, снижении количества функциональных групп –С-О-С-, СН<sub>2</sub>, СН<sub>3</sub> в полимере.

Аналогичные исследования по биodeградации полимера с добавкой к нему ХТЗ проведены для полистирола (ПС). Установлен эффект деградации композиции даже при экспонировании её в почве в течение 2 месяцев: снижены физико-механические свойства (особенно в аэробных условиях), появились различные микродефекты в материале: трещины, расколы, очаги эрозии, что также подтверждает наличие процесса биodeградации.

Таким образом, представленные результаты позволяют рекомендовать ХТЗ в качестве добавки при создании биodeградируемых полимеров. Такие полимеры, способные разрушаться в ОПС частично и даже полностью, будут снижать экологическую напряженность региона.

**Л.Н. Ольшанская, Е.Н. Лазарева, В.В. Егоров, Т.М. Цечоев**

Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО НИКЕЛЯ  
ИЗ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩЕГО ГАЛЬВАНОШЛАМА  
ОАО «РОБЕРТ-БОШ-САРАТОВ»**

Известно, что гальваношламы (ГШ) являются экологически

опасными продуктами, способными загрязнить почву и природные воды токсичными ионами тяжелых металлов. С начала девяностых годов в России начали активно заниматься утилизацией ГШ. Их используют при изготовлении строительных материалов, дорожных покрытий, добавляют в шихту при изготовлении красителей, пигментов, керамической глазурованной плитки, керамзитового гравия, компонентов электролитов окрашивания, используют как сырье для получения неорганических ионообменных материалов, в качестве наполнителя полимерных композиций и др. [1-3]. При этом предполагается, что в процессе переработки тяжелые металлы переходят в слаборастворимые или нерастворимые соединения. Однако в ряде регионов страны органами контроля реализация данных способов не поддерживается, так как далеко не все виды шламов пригодны для переработки по указанным технологиям, и, кроме того, остается нерешенной проблема утилизации постоянно образующихся новых объемов гальваноотходов. ГШ, содержащие большое количество ионов тяжелых металлов, при нахождении эффективного способа их переработки, могут служить источником получения ценных черных и цветных металлов. Это тем более важно, так как истощение природных ресурсов приводит к постепенному увеличению стоимости последних. Например, цены на медь, никель, олово в течение последних лет неуклонно растут. В то же время миллионы тонн уже имеющихся ГШ содержат до 30% тяжелых металлов. Учитывая, что соединения тяжелых металлов в земной коре составляют десятые и даже тысячные доли процента, использование ГШ для получения чистых металлов или оксидов с их последующим применением в различных отраслях народного хозяйства представляется важным и актуальным [1-3].

В настоящей работе исследована возможность извлечения металлического никеля в потенциостатическом режиме из никельсодержащего гальваношлама ОАО «Роберт-Бош-Саратов» и обоснована экономическая эффективность разрабатываемого процесса.

Электрохимические измерения проведены при комнатной температуре на потенциостате П-5848 с записью результатов эксперимента на самопишущем потенциометре КСП-4. Рабочим и вспомогательным электродами служили графитовые стержни, электродом сравнения - водный хлорсеребряный электрод (ХСЭ).

Химический состав ГШ был определен в аккредитованной ЦЗЛ предприятия ОАО «Роберт-Бош-Саратов» (табл. 1).

В основу технологии извлечения никеля положены следующие операции:

- выщелачивание никеля концентрированной серной кислотой;
- выделение металлического никеля из сульфата никеля на

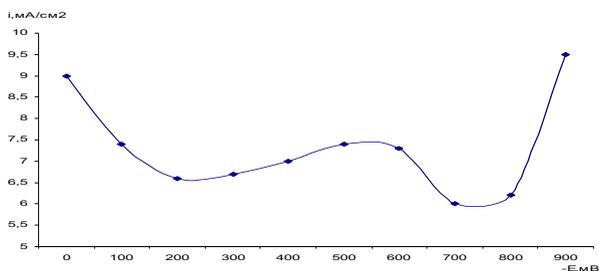
графитовом электроде в потенциостатическом режиме, при потенциале близком к потенциалу его выделения.

Таблица 1

Данные по аналитическому контролю шламового осадка

Наименование определяемого показателя	Содержание, %
влажность	62
ионы цинка	0,58
ионы меди	0,003
ионы никеля	44
ионы железа	0,67
хлорид- ионы	ниже пределов обнаружения (НПО)
сульфат-ионы	6,4
ионы хрома	НПО

Потенциодинамическая кривая (ПДК), полученная при скорости развертки потенциала ( $V_p$ ) на графитовом электроде в экстракте сернокислотного никельсодержащего раствора, извлеченного из ГШ ОАО «Роберт-Бош-Саратов» (рисунок), характеризуется несколькими участками изменения величины катодного тока. Начальный участок резкого снижения плотности тока от 9 до 6,5 мА/см<sup>2</sup> характерен для процессов разрушения сольватоккомплексов  $Ni^{2+}$  компонентами электролита.



Потенциодинамическая кривая ( $V_p=20$  мВ/с), полученная на графитовом электроде в сернокислотном никельсодержащем растворе на основе ГШ ОАО «Роберт-Бош-Саратов»

Пик плотности тока в области потенциалов 470-550 мВ характеризует присутствие катионов  $Ni^{2+}$  в растворе электролита в несольватированном виде в достаточно высоких концентрациях. Последующее снижение скорости процесса, характеризующееся уменьшением величины катодного тока, указывает на обеднение раствора никелем. В области потенциалов отрицательнее - 800 мВ процесс

сопровождается разложением воды и выделением на катоде водорода.

На основе анализа ПДК нами была выбрана область потенциалов выделения никеля от -400 до -500 мВ. После этого для выбора оптимальных условий извлечения металла снимали серию потенциостатических кривых при выбранных величинах потенциалов катодной поляризации, близких к потенциалу выделения никеля ( $E_p = -250$  мВ относительно нормального водородного или - 473 мВ отн. ХСЭ) -  $E_{кп}$ , мВ: - 400, 425, 450, 473, 500. Полученные потенциостатические кривые анализировали и определяли путем интегрирования под кривой суммарную емкость ( $Q$ , мА•ч), затраченную на выделение никеля  $Q = \int j \cdot dt$ , (где  $j$  – плотность тока, мА/см<sup>2</sup>;  $t$  – время, затраченное на процесс выделения никеля, ч). Зная величину емкости, по закону М. Фарадея определяли массу ( $m$ , г) выделившегося на катоде вещества  $m = q \cdot Q = q \cdot \int j \cdot dt$ , (где  $q = 1.095$  з/А•ч — электрохимический эквивалент Ni<sup>2+</sup>). Было установлено, что наиболее высокая скорость процесса и емкость при извлечении никеля получены при потенциале -473 мВ (табл.2).

Таблица 2

Сравнительные данные по извлечению никеля из одной тонны ГШ  
ОАО «Роберт – Бош – Саратов» при различных потенциалах катодной поляризации

$E_{кп}$ , мВ	400	450	473	500
$m_{Ni}$ , кг	15	27	92	25

#### Экономическое обоснование

Согласно котировке цветных металлов на лондонской бирже цены на октябрь 2006 г. составляли в долларах США за 1 т металла: никель-37,7 тыс., цинк – 3,8 тыс., олово – 9,7 тыс., свинец – 1,5 тыс.[4].

Учитывая, что на ОАО «Роберт-Бош-Саратов» ежегодно образуется около 200 тонн ГШ, из которых можно извлечь 18,4 т никеля, прибыль составит:

$$18,4т \cdot 37700\$ = 693\ 680 \$.$$

#### Литература

1. Козлов, В.В. Утилизация гальваношламов /В.В. Козлов, М.М. Запарий,
2. С.В. Верболь // Экология и промышленность России. 1999.-№ 9.- С. 15-16.
3. Попова С.С. Экологические аспекты переработки и утилизации гальваношламов / С.С.Попова, Л.Н.Ольшанская, В.А.Настасин // Экологические проблемы промышленных городов: сб. трудов / под ред. Т.И.Губиной.- Саратов: СГТУ, 2003.- С.148-151.
4. Верболь, С.В. Обезвреживание гальваношламов с выделением металлов / С.В.Верболь, М.М.Запарий, В.В. Козлов // Экология и промышленность России.- 2000.-№ 4.- С. 28-29.
5. Баркан М.Ш. Технологические и экономические аспекты утилизации гальваношламов / М.Ш. Баркан, И.В. Федосеев, А.Ю. Логинов // Экология и

**Н.А. Пластинина, В.И. Гриневич**

ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет

## **ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ЛИВНЕВОГО СТОКА С СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты не очищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливочные воды, организованно отводимые с селитебных территорий и площадок предприятий. Органические загрязнители, такие как пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), фенолы и нефтепродукты, относятся к приоритетным загрязняющим веществам. Так, в большинстве поверхностных водоёмов Ивановской области среднее содержание нефтепродуктов превышает в 8 раз величину ПДК<sub>рх</sub> [1].

Применяемые на практике методы и способы удаления органических веществ, хотя и позволяют снижать их концентрации в загрязнённых водах до допустимых, однако, как правило, их эколого-экономическая эффективность значительно низка. Поэтому поиск новых, эффективных способов очистки сточных вод является актуальным. Одним из перспективных направлений решения экологических проблем является применение методов химии высоких энергий (ХВЭ) [2]. Методы ХВЭ характеризуются высокой эффективностью обезвреживания обрабатываемых соединений. К наиболее перспективным методам очистки воды, применимым, например, для поверхностных стоков, то есть для систем с весьма сложным и непостоянным качественным составом, относят использование неравновесной газоразрядной плазмы барьерного разряда.

В данной работе представлены данные по плазмохимической обработке ливневого стока с селитебной территории г. Иваново.

Обработку ливневого стока проводили в реакторе с коаксиальным расположением электродов при атмосферном давлении. Барьерный разряд возбуждался приложением переменного напряжения 16 кВ с частотой 50 Гц. Обработку стока проводили как в присутствии соединений,

проявляющих каталитические свойства (метод СПКП – совмещенный плазменно-каталитический процесс), так и без них (метод ПБР – поверхностно-барьерный разряд). В первом случае в зону горения плазмы вводили катализатор на основе оксида титана (TiO<sub>2</sub>).

Значения качественных показателей, характеризующих состав исходной и обработанной воды, определялись по стандартным методикам анализа поверхностных и сточных вод. Токсическое действие растворов определялось методом биотестирования (тест-объект – *Daphnia Magna*), а также расчетным методом (расчет потенциальной токсичности – ПТ).

Для оценки эффективности работы плазмохимического оборудования было проведено исследование по очистке ливневого стока с селитебной территории г. Иваново. Состав воды представлен в таблице.

Изменение концентраций загрязняющих веществ ливневого стока с селитебной территории при его обработке плазмохимическими методами

Показатель	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/л	До обработки, C <sub>i</sub> , мг/л	После обработки, C <sub>i</sub> , мг/л	
			ПБР	СПКП (TiO <sub>2</sub> )
нефтепродукты	0,05	14,10	2,02	1,465
фенол	0,001	0,657	0,078	0,084
СПАВ	0,028	0,263	0,132	0,126
формальдегид	0,25	0,181	4,03	4,32
КК	0,01	0	2,97	4,86
ХПК	15	80,8	52,4	47,6
СГ	300	3,55	3,19	2,66
Акт. хлор	отсут.	-	0,148	0,152
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40,0	2,21	1,49	1,53
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,5	0,013	0,015	0,015
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		6,96	11,40	13,28
pH	6-8	7,40	7,95	7,86
ПТ=∑(C <sub>i</sub> /ПДК <sub>i</sub> )		955	440	620

Во всех случаях очистки стоков от органических соединений первой стадией является механическая очистка, предназначенная для удаления взвесей и дисперсно-коллоидных частиц [3]. Содержание взвешенных веществ в анализируемом стоке составляет 508 мг/л. Данная величина не превышает нормируемого значения допустимого для сброса в горколлектор [4]. Количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени в процессе аэробного биохимического окисления органических веществ, содержащихся в исследуемой воде (БПК) до плазмохимической обработки равно, 13 мг/л, а уже после обработки воды в СПКП и ПБР БПК<sub>О2</sub> в среднем снизилось почти в 5 раз.

Анализ таблицы показывает, что концентрации большинства анализируемых соединений (в частности, нефтепродуктов, фенолов,

СПАВ) уменьшается после обработки ливневого стока как в ПБР, так и СПКП. Однако концентрация формальдегида и одноосновных карбоновых кислот (КК) увеличивается, что не удивительно, поскольку они являются продуктами распада более сложных органических молекул.

Несмотря на высокие начальные концентрации (относительно ПДК<sub>р.х.</sub>) органических соединений, эффективность разложения большинства из них остается достаточно высокой, а именно по нефтепродуктам и фенолам 87 %, по СПАВ 50 %. Достаточно высокие степени разложения органических соединений подтверждают тот факт, что плазмохимические методы можно использовать для очистки воды от высокотоксичных соединений. При введении в зону плазмы катализатора степень разложения трудноокисляемых органических молекул выше, чем при воздействии ПБР. Кроме того, концентрация бикарбонат-иона после СПКП возросла в 2 раза, а при ПБР – в 1,6 раза. Значение ХПК также снизилось по сравнению с начальным значением в среднем в 1,6 раза.

Оценка потенциальной токсичности (ПТ) показывает, что после обработки ливневого стока плазмохимическими методами токсичность снижается в среднем в 2 раза. Таким образом, даже с учетом остаточного содержания поллютантов различной природы в обработанных водах, применение СПКП и ПБР для очистки, по крайней мере, ливневых стоков может иметь хорошие перспективы. Токсичность ливневого стока после обработки в ПБР и СПКП также оценивалась методом биотестирования. Результаты биотестирования не обработанной в плазме пробы показали, что 60 % тест-организмов погибает в течение 70 ч, т.е. ливневый сток оказывает острое токсическое действие на тест – организмы. После обработки стока в ПБР и СПКП регистрируется отсутствие острого токсического действия проб воды на тест-объекты (токсичность снижается примерно в 2 раза).

Полученные в ходе работы данные свидетельствуют об эффективности использования ПБР и СПКП и возможности их применения в реальных условиях. Показано, что плазмохимические методы можно использовать для очистки сточных вод от критерияльных загрязнителей.

## Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году» - М.: ФГУП ГНЦ РФ – ВНИИгеосистем, 2003. – С. 480.
2. Мешалкин, В. П. Методы химии высоких энергий в защите окружающей среды: учеб. пособие / В.П. Мешалкин, О.И. Койфман, В.И. Гриневич, В.В. Рыбкин. – М.: Химия, 2008. – С. 244.
3. Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности [Текст]: учебник для студентов технических и технологических специальностей. / А.И.

Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер – 3-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000. – С. 800.

4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты / ФГУП «НИИ ВОДГЕО». М., 2006.

**Ю.С. Поликарпова, В.А. Жуйкова, Н.Г. Сергеева**

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

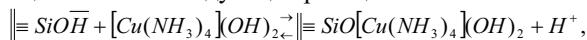
## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СИЛИКАГЕЛЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО CuS**

На современном этапе адсорбционные методы с использованием модифицированных адсорбентов являются составной частью многих технологических процессов различных промышленных предприятий и лежат в основе научных исследований, посвященных изучению их свойств. Совершенствование твердых дисперсных материалов имеет большие перспективы, потому что создание новых, высокотехнологичных модифицированных адсорбентов способствует улучшению качества работы очистных сооружений.

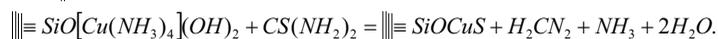
Целью нашей работы было исследование сорбционной способности силикагеля, модифицированного сульфидом меди (II, ионами железа (III), марганца (II), кальция и магния (II).

В работе были использованы методы спектрофотометрии (определение ионов железа и марганца) с применением спектрофотометра СФ-2000, комплексонометрический (для определения жесткости воды), йодометрический (определение ионов меди).

Методика эксперимента заключалась в последовательном получении силикагеля Н-формы путем его очистки в растворе соляной кислоты, затем Cu-формы в виде аммиачного комплекса, и CuS-формы с использованием раствора тиомочевины. Процесс адсорбции сопровождался заметным уменьшением рН растворов и концентрации ионов меди. Количество адсорбированной меди исследовали методом йодометрии. В основе таких превращений лежат следующие реакции:



где  $\| \equiv \text{SiO}\bar{\text{H}}$  - силанольная группа на поверхности адсорбента Н-формы;



Полученный модифицированный силикагель использовали в качестве нового адсорбента для очистки технической воды металлургического завода.

В ходе дальнейшего эксперимента была проверена адсорбционная способность исследуемого силикагеля на ионы железа (III), марганца (II), кальция и магния (II), содержащиеся в технической воде, взятой на ОАО Металлургический завод им. А.К. Серова, Южно-Сосьвинском водозаборе (ЮСВ). Данный объект находится за чертой города, в 10 км от пос. Медянкино. Включает 4 скважины, находящиеся друг от друга на расстоянии 1 км, откуда вода глубинными насосами подается в фильтры через повысительную башню. Далее вода проходит через три фильтрующие установки, заполненные кварцевым песком с диаметром зерен 20 мм. Промывка фильтров проводится раз в 2 дня путем взмучивания осевшего осадка. Грязная вода после промывки фильтров сливается на иловые отстойники.

Вода, прошедшая через фильтрующие установки, поступает в накопительный резервуар, откуда – на бактерицидную установку. Последняя представляет собой три лампы – облучателя.

Очищенная таким образом вода подается на завод в качестве технической. Несмотря на описанную схему очистки, вода содержит ионы вышеуказанных металлов, что является большой проблемой для использования ее в дальнейших целях.

Техническую воду пропускали через силикагель, модифицированный CuS, после чего исследовали концентрацию металлов. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Содержание исследуемых металлов в воде до и после адсорбции в сравнении с ПДК

Определяемый металл	Содержание, мг/л		ПДК, мг/л (1)
	до очистки	после очистки	
Fe	0,09	0,07	0,30
Mn	5,32	2,20	0,10
Ca	40,0	40,0	3,50
Mg	9,60	7,28	20,0

Из таблицы следует, что полученный адсорбент по-разному сорбирует исследуемые металлы, что связано с его строением. Наиболее эффективно сорбируются в целом железо, марганец и магний. Ионы кальция не сорбировались, что, вероятно, связано с избирательным характером адсорбента. В исследуемой воде в сравнении с нормами ПДК для питьевой воды ионы железа и магния ниже допустимых концентраций, чего нельзя сказать об ионах кальция и марганца.

Таким образом, используя модифицированный силикагель, можно понизить содержание ионов железа, марганца и магния в технической воде и использовать ее в производственных и экологических целях.

### Литература

1. Страхов Л.П. // Ученые записки Ленинградского государственного института. 1982. №408, 30(8). С. 81.

**Г.А. Пригорелов, В.В. Гунин, А.А. Баранец, Аль Массри Халед**

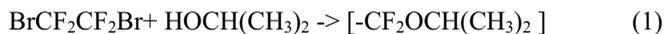
Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
им. Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ВРЕДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ**

Среди большого многообразия фторсодержащих соединений, составляющих в настоящее время самостоятельный раздел фторорганической химии, фторуглероды занимают одно из важнейших мест. Присутствие фтора в химических соединениях позволяет создавать материалы с новыми, необычными свойствами, расширяет возможности модификации уже известных материалов. Фторуглероды, содержащие хлор, бром и йод, сгруппированные в определённый класс фторорганических соединений, так называемые фреоны, нашли широкое применение благодаря своим преимуществам в сравнении с другими веществами, используемыми в этих же целях. Однако необдуманно широкое применение указанных соединений, в первую очередь в качестве хладагентов растворителей, моющих средств, их использование в медицине и косметике, для тушения пожаров и т. д. привело к накоплению данных веществ в верхних слоях атмосферы и усугубило экологическую проблему. Наиболее опасны в этом плане такие марки фреонов как R-12, R-113, R-114, R-115, R-13B1, R-121B2, R-114B2, которые, как установлено, обладают наиболее значительной озоноразрушающей способностью. Согласно Монреальскому протоколу (1987 г.), использование этих фреонов было запрещено, и с 1995 года они должны были быть сняты с производства. В то же время нашей промышленностью за прошедшие годы были наработаны значительные запасы ряда фреонов данного типа, хранение которых также представляет экологическую опасность. В связи с этим проблема ликвидации подобных фреонов в настоящее время является сложной задачей, которая требует больших материальных и финансовых затрат.

Перспективным путем утилизации фреонов является их конверсия в экологически безопасные галогенфторуглеродные соединения. Эти вещества, в свою очередь, могут использоваться в качестве исходных полупродуктов для синтеза различных фторопластов и других соединений, обладающих целым рядом уникальных свойств: легкой сжимаемостью под давлением, теплоустойчивостью, отсутствием горючести, стойкостью к коррозии, а также различными проявлениями биологической активности. Совокупность перечисленных уникальных свойств подобных веществ обеспечивает широкие перспективы их применения в самых различных прикладных областях – от техники до медицины. Так, например, путем полимеризации трифторхлорэтилена в настоящее время синтезированы вязкие материалы, которые могут быть использованы в качестве смазочных и охлаждающих жидкостей. На основе фторуглеродных соединений получены высокоэффективные охлаждающие жидкости и огнегасящие смеси. Предполагается, что производные некоторых фторхлоруглеродных соединений, в частности  $\text{CHClCF}_2\text{OH}$  и  $\text{CF}_3\text{CHClBr}$ , могут быть использованы в качестве препаратов для ингаляционного наркоза. Нами проведено теоретическое и экспериментальное обоснование утилизации и переработки в лабораторных условиях экологически опасных фреонов в сырье для органического синтеза полезных и экологически безопасных фторуглеродных химических соединений.

Для реализации поставленной цели был проведен синтез и анализ свойств практически значимых, но мало исследованных в химическом и физиологическом отношении бромсодержащих хладонов R114B2 и R123B2. Рассматривая фреоны в качестве исходных полупродуктов органического синтеза, необходимо отметить их инертность по сравнению с обычными углеводородами. В то же время для бромсодержащих фреонов, прежде всего таких как R114B2 ( $\text{BrCF}_2\text{CF}_2\text{Br}$ ) и R123B2 ( $\text{BrFCHCF}_2\text{Br}$ ), характерны реакции с некоторыми высокоактивными реагентами. Из литературных данных известно, что реакции фреонов с алкоголями щелочных металлов, по Свартсу, малодоступны для широкого промышленного применения. Поэтому мы попытались заменить алкоголяты на спиртово-щелочные смеси, что могло бы в дальнейшем позволить разрабатывать достаточно технологические промышленные способы получения фторсодержащих эфиров. Так, нами показано, что с высокой конверсией хладон  $\text{BrCF}_2\text{CF}_2\text{Br}$  реагирует с изопропиловым спиртом в избытке гидроокиси калия. В качестве конечного продукта был выделен 1,2 - диизопропиловый эфир тетрафторэтана:

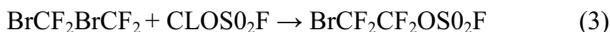


Установлено, что щелочной гидролиз последнего приводит к образованию натриевой соли бромфторуксусной кислоты, а реакцией его с

серной кислотой выделена бромфторуксусная кислота – слегка дымящаяся маслянистая жидкость с температурой кипения 183°C:



Из дибромтетрафторэтана и фторсульфатхлора в мягких условиях и соотношении 1:1 был выделен с выходом более 70% 1-бром-2-фторсульфтетрафторэтан:



Показано, что 1-бром-2-фторсульфтетрафторэтан содержит высокореакционную фторсульфатную группу, которую можно использовать в синтезе производных бромдифторуксусной кислоты. При этом наиболее оптимальным и экономичным способом получения бромдифторуксусной кислоты нами признан ее синтез из метилового спирта и эфира 2-бром-тетрафторэтана, синтез которого описан выше. Вместе с тем полученные нами эфирные соединения, содержащие фрагменты типа CF<sub>2</sub>-O-CF<sub>2</sub>-, вследствие их высокой окисляемости на воздухе характеризуются значительной нестабильностью, что затрудняет использование этих веществ в качестве полупродуктов для органического синтеза. Более устойчивыми являются эфиры, полученные в реакциях 111B2 со смесью метанола и гидроксида калия в мольном соотношении 1:1 при температуре выше 30°C:



Кроме того, в избытке смеси метанола и гидроксида калия при 50°C и добавлением каталитических количеств метилата натрия был получен 1,2-диметиловый эфир, а из 114B2 и ацетата калия выделен 1,2-диацетотрифторэтан. Было установлено также, что дибромтрифторэтан при обработке гидроокисью натрия в избытке метанола образует 1-бром-1-гидро-2-метиловый эфир трифторэтана:



Таким образом, на примере использования фреонов R114B2 и R123B2 в качестве органического сырья показан спектр их превращений в целый ряд производных галоидуксусной кислоты и других соединений.

Как показали анализ литературных данных и результаты собственных экспериментальных исследований, химическая модификация бромфреонов марки R114B2, R123B2, R13B1, R12B1 в другие вещества с полезными свойствами является достаточно сложной задачей из-за их высокой химической инертности. Вместе с тем в результате проведенных исследований найдены реагенты и условия, позволяющие вовлекать вышеперечисленные фреоны в

химические реакции. Оценивая полученные в таких условиях фторорганические соединения с точки зрения возможности их практического применения, можно отметить, что эфиры формулы  $\text{BrCF}_2\text{CF}_2\text{OR}$  (где  $\text{R}-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_2\text{H}_5$  и др.) могут рассматриваться как растворители, как исходные вещества для получения бромфторуксусной кислоты и ее производных, а также в качестве ингаляционных анестетиков и средств общего наркоза, подобных метоксифлурану. Полученная в ходе синтеза бромдифторуксусная кислота представляет интерес как исходный реагент для введения бромдифторметильной группы с выходом на некоторые перспективные физиологически активные соединения, а также как реагент для синтеза мономеров типа  $\text{CF}_2\text{BrCF}_2\text{OCF}=\text{CF}_2$ , играющих важную роль в разработке и производстве фторкаучуков нового поколения.

**И.Н. Пугачева, С.С. Никулин, В.Н. Трибунская**

Воронежская государственная технологическая академия

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАПОЛНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ НА СТАДИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время повышенный интерес проявляется к использованию волокнистых наполнителей в различных композиционных составах с использованием полимерных материалов [1,2].

В представленной работе рассмотрена возможность наполнения бутадиен-стирольного каучука марки СКС-30 АРК водноволокнополимерноантиоксидантной дисперсией (ВВПАД) на стадии выделения каучука из латекса. Для приготовления ВВПАД использовались стиролсодержащий низкомолекулярный полимерный материал (СНПМ) (на основе кубового остатка ректификации толуола (КОРТ) – не модифицированный и модифицированный малеиновым ангидридом (МА) СНПМ на основе КОРТ. В качестве волокнистых наполнителей использованы отходы капронового волокна, которые предварительно измельчали до размеров 2, 5, 7, 10, 15 мм.

Применение для диспергирования в водной фазе немодифицированного СНПМ без растворителя не привело к получению стабильной эмульсии. Это связано с тем, что данные продукты обладают повышенной вязкостью и для получения эмульсии, обладающей стабильностью в немодифицированный СНПМ вводили 20 % растворителя – толуола. Диспергирование в водной фазе СНПМ, модифицированного МА не требует дополнительного применения углеводородного растворителя, так как получаемые олигомерные продукты представляют

собой маслообразные жидкости, включающие кислородсодержащие функциональные группы, которые повышают их сродство к водной фазе.

В емкость загружали 20 г полимерного продукта, органический растворитель - толуол (для немодифицированного СНПМ), антиоксидант, волокнистый наполнитель и диспергировали в водной фазе, содержащей эмульгаторы (канифольного мыла ~ 6,0 % масс., лейканола ~ 0,5 % масс. на дисперсную фазу) при постоянном перемешивании. Из полученной эмульсии под вакуумом отгоняли растворитель (где он присутствовал). Сухой остаток полученной дисперсии ~ 35-40 % масс.

Приготовленная ВВПАД смешивалась с каучуковым латексом СКС-30 АРК, и полученная смесь подвергалась коагуляции по общепринятой методике с использованием в качестве коагулирующего агента водного раствора хлорида натрия. Дозировку волокнистого наполнителя (капронового волокна) выдерживали постоянной - 0,5 % на каучук, а длина 2-5 мм. Коагуляцию проводили при 60-65 °С. Образующийся коагулом отделяли от серума, промывали теплой водой и обезвоживали в сушильном шкафу при температуре 75-80 °С до постоянной величины потери массы.

Содержание немодифицированного НСПМ и модифицированного МА в каучуковой матрице выдерживали – 2,0; 4,0; 6,0 % на каучук, а антиоксидантов - согласно общепринятым требованиям.

Анализ экспериментальных данных показал, что дополнительное использование ВВПАД положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса и приводит к увеличению выхода коагулома.

Это может быть связано как с дополнительным присутствием в образующейся крошке каучука НСПМ (немодифицированного и модифицированного МА) и волокнистых наполнителей, так и за счет уменьшения потерь коагулома в виде мелкодисперсной крошки. Отмечено равномерное распределение волокна в каучуковой крошке.

На основе полученного композита каучука с волокнополимерным наполнением приготовлены резиновые смеси с использованием стандартных ингредиентов, которые были подвергнуты вулканизации. Испытания резиновых смесей и вулканизатов проводили по общепринятым методикам.

В таблице представлены свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК, содержащего 0,5 % хлопкового и капронового волокна с размером 5 мм и СНПМ на основе КОРТ, немодифицированного и модифицированного МА в количестве 2,0; 4,0; 6,0 % масс. на каучук, и контрольного образца – без наполнения.

Анализ полученных данных показал, что введение ВВПАД позволило повысить такие показатели вулканизатов как твердость, сопротивление раздиру и устойчивость к тепловому старению.

Свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СК-30-АРК, содержащего волокнополимерный наполнитель (на основе НСПМ, немодифицированного и модифицированного МА)

Показатель	Номер образца*												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вязкость по Муни МВ 1+4 (100 °С) каучука	56,0	49,5	50,5	43,0	52,0	52,6	53,0	52,0	50,0	49,0	51,1	52,8	53,0
Условное напряжение при 300 % удлинения, МПа	5,1	9,3	9,0	8,8	8,6	8,8	9,0	8,6	8,8	9,0	7,8	8,0	8,4
Условная прочность при растяжении, МПа	17,4	26,5	26,2	24,3	25,0	25,6	26,2	23,3	24,0	24,2	25,0	26,2	26,5
Относительное удлинение при разрыве, %	550	620	660	680	660	680	700	660	650	670	660	680	680
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	22	16	14	14	16	14	16	14	14	16	16	14	14
Эластичность по отскоку, %: при 20 °С	40	40	41	41	42	42	42	42	40	42	40	42	40
при 100 °С	50	60	58	55	58	60	62	50	54	56	56	60	58
Твердость по Шору, А	47	50	56	58	62	66	68	60	62	62	70	70	68
Сопротивление раздиру, кН/м	60	56	60	67	76	80	82	58	60	66	70	74	80
Коэффициент теплового старения: - по прочности	0,55	0,55	0,58	0,73	0,70	0,72	0,70	0,66	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72
- по относительному удлинению	0,25	0,27	0,38	0,40	0,40	0,44	0,38	0,38	0,36	0,38	0,40	0,42	0,38

\*Примечание. Содержание СНПМ на основе КОРТ (немодифицированного) и модифицированного МА в каучуке рассчитывалось исходя из его количества во ВВПАД. 1 - контрольный без добавок. На основе немодифицированного СНПМ: 2 - ВВПАД (2 % на каучук); 3 - ВВПАД (4 % на каучук); 4 - ВВПАД (6 % на каучук); 5 - ВВПАД (2 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %); 6 - ВВПАД (4 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %); 7 - ВВПАД (6 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %). На основе СНПМ, модифицированного МА: 8 - ВВПАД (2 % на каучук); 9 - ВВПАД (4 % на каучук); 10 - ВВПАД (6 % на каучук); 11 - ВВПАД (2 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %); 12 - ВВПАД (4 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %); 13 - ВВПАД (6 % на каучук) + капроновое волокно (0,5 %).

Таким образом, предложенный вариант использования побочных продуктов, образующихся при производстве стирола и полибутадиена, совместно с текстильными отходами, позволит повысить производительность технологического процесса производства эмульсионных каучуков и некоторые показатели вулканизатов.

### Литература

1. Никулин С.С. Отходы и побочные продукты нефтехимических производств - сырье для органического синтеза / С.С. Никулин, В.С. Шейн, С.С. Злотский. - М.: Химия, 1989.- 240 с.

2. Никулин С.С. Композиционные материалы на основе наполненных бутадиен-стирольных каучуков / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, О.Н. Черных. - М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2008. - 145 с.

**Е.В. Романок<sup>1</sup>, Ю.В. Красовицкий<sup>1</sup>, И.А. Чугунова<sup>1</sup>, Н.Н. Лобачева<sup>1</sup>,  
Р.А. Важинский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж

<sup>2</sup>Семилюкский комбинат строительных материалов, г. Семилуки

### **ФИЛЬТРЫ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Комбинированные фильтровальные элементы сочетают достоинства зернистых слоев (прочность, термостойкость, нечувствительность к резким колебаниям давления) и волокнистых фильтровальных материалов или полимерных мембран (исключительно высокая задерживающая способность, хорошо регулируемые в широком диапазоне фильтрующие свойства, возможность наведения стойкого электростатического заряда, равномерность структуры, исключая локальные проскоки). Они лишены недостатков волокнистых и полимерных фильтровальных материалов (низкая механическая прочность, трудности регенерации). Металлоемкость и стоимость их значительно ниже, чем, например, пористых металлов [1, 2].

На рисунке показан предлагаемый авторами комбинированный фильтр, успешно прошедший испытания на Семилюкском огнеупорном заводе. Пылегазовый поток через входной штуцер 4 поступает в корпус 1 и проходит через фильтрующий элемент, состоящий из расположенных последовательно по ходу газа слоев волокнистого материала 2 и пористой металлокерамической втулки 3, изготовленной из порошка стали ОХ18Н10 (фракция + 0,1 – 0,2 мм) с добавкой 8 % медного порошка (ТУ-ФМ 57-69). В качестве волокнистой фильтровальной прослойки использовали:

мембранную ткань (DIN 24184), традиционную фильтровальную ткань (марка ФТ-1) и стеклоткань (ТУ-23Р).

Корпус фильтра позволяет менять тканевую прослойку комбинированного устройства оперативно и обеспечивает регенерацию фильтра методом обратной продувки. Фильтрующий металлокерамический патрон состоит из трех частей, что, в свою очередь, позволяет менять производительность фильтра.

Герметичность обеспечивают термостойкими прокладками 6. Очищенный газ удаляется через штуцер 5. Производительность фильтра по воздуху -  $6 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с при диаметре втулки  $9 \cdot 10^{-2}$  м, толщине материала втулки  $5 \cdot 10^{-3}$  м и их общей длине  $3 \cdot 10^{-1}$  м.

Фильтр обеспечивает высокую степень отчистки (от 96,3 до 99,6 % в зависимости от материала волокнистой прослойки).

Фильтр может быть включен в систему очистки в качестве второй ступени очистки. Первая ступень – циклон типа ЦН-15[2].

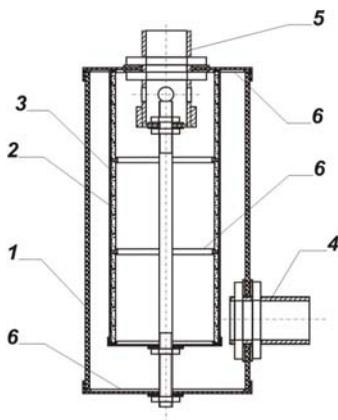


Рис. Комбинированный фильтр.

- 1 – корпус; 2 – волокнистая прослойка; 3 – металлокерамическая втулка;  
4 – вход запыленного газа; 5 – выход очищенного газа;  
6 – прокладки из термостойкого материала.

## Литература

1. Обеспыливание воздуха в системах пневмотранспорта / В. П. Добросоцкий, Г. В. Кольцов, И. Н. Дутов, Ю. В. Красовицкий, Д. Б. Троценко, А. А. Маньков, Е. В.

Романюк, Б. Г. Колбешкин, М. Н. Кузнецова, О. В. Митюкова // Экологические проблемы промышленных городов: Материалы 3 Всесоюз. науч.-практ. конф., Саратов, СГТУ, 2007 – С. 75.

2. Очистка газов: справочное издание/ В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 640 с.

**И.Н. Рубан, Р.Р. Очиллов, Н.Л. Воропаева, Р.Ю. Калимбетова,  
А.У. Сагдуллаев**

Узбекский научно-исследовательский Институт защиты растений,  
Узбекистан, Ташкент

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ В УТИЛИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

При анализе существующих биоценокомплексов возникает, как правило, парадоксальная ситуация. С одной стороны, следствием формирования таких биологических систем является установление определенных балансов, способствующих устойчивому развитию популяций и обеспечивающих биоразнообразие. С другой стороны, часто многие живые организмы, входящие в состав этих комплексов, оказывают отрицательное влияние на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. При различного рода нагрузках на экосистемы (химические, термические и др.) возникают существенные изменения в формировании экологических ниш, взаимодействиях внутри биоценокомплексов, появлении новых адаптивных к негативным факторам окружения живых организмов. Это в итоге может привести к изменению структуры биоценозов и активизации в потреблении субстратов. Одним из примеров формирования биоценокомплексов и активизации биодеструкции природных субстратов (в частности, целлюлозы волокна хлопка-сырца) является экологическая ниша, формирующаяся на базе выделений (экскрементов) тлей хлопчатника.

В экологически неблагоприятных регионах культурные и дикорастущие виды растений подвергаются интенсивной атаке со стороны насекомых. Это, по-видимому, связано, как минимум, с двумя обстоятельствами: потерей толерантности растений к условиям окружающей среды, существенно измененным в экологически кризисных зонах, и высокой адаптивностью насекомых к меняющимся факторам среды обитания, а также сокращением периода наступления резистентности к химическим и биологическим средствам защиты.

Как правило, при атаке насекомых на различных органах растений находят выделения, состоящие из промежуточных продуктов их метаболизма. Эти выделения, по-видимому, могут способствовать процессу воспроизводства этих особей, обладая высокой вязкостью и закрепляя их на поверхности растений, а также процессу их развития, выступая в роли питательной среды.

Одновременно эта среда может являться субстратом для разнообразных видов микроорганизмов. Интерес представляет изучение динамики расселения микроорганизмов, образующихся в экологически кризисных зонах, а также их идентификация и классификация.

В результате проведенных исследований выявлено, что микробиоценозы, формирующиеся в «ловушках», местах концентрации выделений растений и тли, отличаются богато населенной микрофлорой: широко представлены ведущие группы бактерий, осуществляющих трансформацию азотсодержащих и безазотистых веществ (*Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *B. brevis*, *B. idosus*, *B. mycoides*). Дрожжи и дрожжеподобные микроорганизмы, главные потребители углеводных (сахаристых) веществ, представлены небольшим количеством видов (*Saccharomyces oviformis*, *Hansenula anomala*, *Candida tropicalis*, *Candida robusta*, *Zygothospora sp.*, *Saccharomyces globosus*, *Hansenula sp.*, *Saccharomyces cerevisiae*). Целлюлозоразлагающие бактерии обнаружены в виде известных представителей этой группы микроорганизмов: целливибри (*Celvibrio vulgaris*) и цитофаги (*Cytophaga rubra*). Это может быть особенно важным при рассмотрении вопроса их взаимодействия с целлюлозой волокна хлопка-сырца, на которое они могут попадать с выделениями тлей при их осенней атаке растений хлопчатника в период формирования урожая хлопка-сырца. Это, в свою очередь, может раскрыть механизмы микробиологической деструкции волокна хлопка-сырца как одного из возможных факторов, приводящего к возникновению его клейкости и влияющего отрицательно на качество этого важнейшего сырья Республики Узбекистан.

Таким образом, микробиоценозы, формирующиеся в местах концентрации «выделений» тли и создающие биологические ниши, характеризуются специфичной микробиотой, причем в сукцессиях микроорганизмов доминирует хорошо представленная микобиота, которой сопутствуют бактерии и дрожжевые микроорганизмы. Следует отметить, что, формируясь на определенном субстрате, они в качестве источника питания используют различные по природе органические вещества (сахара и белки). Становится очевидным, что отдельно выделяется группа микроорганизмов, способная разрушать целлюлозу. Использование такого рода природных «ловушек» позволяет идентифицировать микроорганизмы и выделять из их числа деструкторы целлюлозы.

Полученные результаты позволят разработать естественные природные модели взаимодействия микроорганизмов в одной питательной среде, установить ее селективность к определенным видам микроорганизмов, определить с помощью известных тестов их активность, возможную агрессивность к отдельным видам растений, разработать новые селективные питательные среды для микробиологической практики и решения целого ряда нанобиотехнологических задач.

Кроме того, отобранные активные штаммы микроорганизмов можно использовать для утилизации разного рода отходов, накапливающихся в результате деятельности человека. В этом направлении при получении разнообразного биологического материала – экстремофильных микроорганизмов возможно их применение совместно с другими технологиями очистки экосистем, что особенно важно для экологии больших городов.

*Работа выполняется в рамках гранта КХ-4ФИ-01 «Природные «ловушки» для сбора и идентификации групп микроорганизмов, распространенных в экологически кризисных зонах».*

**С.Г. Савельева, Л.А. Гевлич**

ГОУВПО «Самарский государственный технический университет»

### **ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ОКИСЛОВ СЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИХТИОЛА НА ЗАО «МЕХДИМ» Г. СЫЗРАНЬ.**

В городе Сызрани Самарской области находится уникальное и единственное в России Кашпирское месторождение горючих сланцев, термическая переработка которых позволяет получить медицинский препарат – ихтиол.

В 30-х годах XX века производство ихтиола было организовано на Сызранском сланцеперерабатывающем заводе (ССПЗ), расположенном рядом с шахтами Кашпира.

В 90-х годах шахты были закрыты, в основном по экономическим причинам. Завод несколько лет продолжал работать на ранее запасенном сырье и отходах прошлого производства.

Материалы проекта Предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу СПЗ (ПДВ) показывают, что по всем загрязняющим веществам от производства, кроме диоксида серы, приземные концентрации не превышают 1,0 ПДК.

На заводе имеются две параллельные технологические линии термпереработки сланца. В случае одновременной работы двух

технологических линий приземные концентрации диоксида серы как в жилой зоне, так и на границе СЗЗ достигают 1,5 – 1,7 ПДК. Такой уровень загрязнения объясняется высоким содержанием серы в сланце (до 6 %). Основными источниками выбросов диоксида серы на каждой технологической линии являются: печь газогенератора и реактор серноокислой очистки конечного продукта.

Предлагаются варианты оздоровления экологической обстановки.

Первый вариант предусматривает реорганизацию технологического процесса на существующих параллельно работающих линиях по переработке сланца. Под этим подразумевается сдвиг по временной фазе работы оборудования, т.е. одновременно на заводе работают один реактор и одна печь дожига. Результаты расчетов рассеивания в этом случае показывают, что приземная концентрация диоксида серы во всех контрольных точках СЗЗ и в жилой зоне, которая находится внутри санитарно-защитной зоны, составляет 0,86 ПДК. Таким образом, организационные мероприятия позволяют снизить уровень загрязнения атмосферы до допустимых величин.

При необходимости увеличения выпуска продукции потребуется одновременная работа двух параллельно установленных технических линий. Для уменьшения уровня загрязнения на предприятии предлагается установить систему газоочистки сухого типа New Integrated Desulphurization system (NID) на печах дожига [1]. Это позволит снизить выбросы диоксида серы более чем на 80%. Величины выбросов при этих методах не превышают 1,41 г/с.

На реакторах серноокислой очистки предлагается абсорбционный метод очистки промышленных газов. Это позволит уменьшить величину выброса диоксида серы с 7,0 г/с до 0,7-0,5 г/с.[2]

Расчеты рассеивания по программе «Эколог - 3» показали, что в данном случае приземная концентрация диоксида серы как в жилой зоне, так и на границе санитарно-защитной зоны не превышает 0,2 ПДК.

#### Литература

1. Каталог газоочистного оборудования / ЗАО АББ Ставан, Новая интегрированная система десульфуризации, СПб., 2001.
2. Каталог компании ООО «РусТехТорг», СПб., 2008.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В работах [1,2] показана возможность использования фильтра на основе терморасширенного графита (ТРГ) и полиакрилонитрильных волокон (ПАН) для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов. ТРГ и подобные вспушенные графиты [3] имеют высокую эффективность очистки, особенно по нефтепродуктам, но имеется техническая сложность их использования, в частности образующийся продукт очень легкий, пухообразный. При пропускании воды через такой фильтр материал частично уносится с водой. Для решения этой проблемы в качестве «каркаса» для ТРГ предложено использовать ПАН - волокна, которые одновременно сорбируют органические загрязнители.

В работе [4] показана возможность очистки сточных вод с помощью материалов «Поликон А», «Поликон К», созданных на основе ПАН-волокон, и доказан хемосорбционный механизм очистки. Установлено, что проведение активации ПАН-нитей в температурных режимах 80-95<sup>0</sup>С (область стеклования) позволяет повысить их полную обменную емкость. Таким образом, высокотемпературная обработка дает положительный эффект.

Нами проведена термическая обработка композиций, в состав которой входили соединения внедрения графита (СВГ) и ПАН-волокна, которые были использованы для изготовления фильтров с различным составом (таблица). Использовали СВГ, полученные электрохимическим внедрением серной кислоты в графит, температура вспенивания которого 250<sup>0</sup>С и выше [3]. ТРГ получают на кафедре «Технология электрохимических производств» Энгельского технологического института (филиал) Саратовского государственного технического университета.

СВГ смешивали в различных соотношениях с ПАН-волокном в специальной форме, изготовленной из стали диаметром 5 см и высотой 2 см. Получали фильтр объемом  $V=19,6 \text{ см}^3$ . Термообработку проводили при температурах 250 и 350 <sup>0</sup>С. В данном температурном интервале происходит превращение СВГ в ТРГ и одновременно в структуре ПАН-волокон (температура плавления которого 260<sup>0</sup>С). Термообработку проводили в муфельной печи, при различном времени вспенивания (таблица). При температуре обработки 250<sup>0</sup>С происходит вспенивание СВГ

до ТРГ, но ПАН-волокно практически не изменяет своей структуры, приобретая слегка желтую окраску. При повышении температуры до 350<sup>0</sup>С происходит не только образование ТРГ, но и изменение структуры ПАН волокон. Окраска меняется с белой на черную, что свидетельствует об образовании углеродного волокна.

Для установления качественных характеристик изготовленных нами фильтров, на данном этапе проводили исследование агрессивности фильтрующего материала по величине рН (таблица).

Изменение рН водной среды, пропущенной через композиционные фильтры

Состав	Температура вспенивания, °С	t, исследуемой воды, °С	рН исходной воды	рН пропущенной через фильтр
1гр. СВГ+2гр. ПАН	250	20,7	7,02	3,51
2гр. СВГ+1гр. ПАН	350	20,6	7,08	6,15
3гр. СВГ	350	20,8	7,17	2,52
3гр. СВГ+1гр. ПАН	350	20,7	7,02	5,86

Полученные значения рН до и после пропускания дистиллированной воды через различные фильтры показатели, что величина рН колеблется от -2,52 до 6,15. Различные показатели кислотности воды зависят от исходного состава фильтров. Воды, профильтрованные через материалы, содержащие большое количество СВГ имеют более кислый состав (фильтр №3). При температуре вспенивания 350<sup>0</sup>С из СВГ, по всей вероятности, улетучивается большее количество кислоты, и профильтрованная вода имеет значение рН близкое к нейтральной (фильтр №2).

В дальнейшем рекомендовать такие фильтры для очистки воды возможно для химической очистки – нейтрализации противоположно кислых или щелочных стоков.

## Литература

1. Собгайда Н.А. Волокнистые углеродные материалы для очистки сточных вод от нефтепродуктов / Н.А. Собгайда, Т.В. Никитина, Л.Н. Ольшанская // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2008.-№1. – С. 33-34.
2. Собгайда Н.А. Очистка сточных вод от ионов железа комбинированными фильтрами / Н.А. Собгайда, Т.В. Никитина, Л.Н. Ольшанская // 5-я юбилейная конференция «Гатищевские чтения» С.Г.У. Тольятти, 16 – 19 апреля. - С. 43 – 48.
3. Собгайда Н.А. Новые углеродные сорбенты для очистки воды от нефтепродуктов/ Н.А. Собгайда, А.И. Финаенов // Экология и промышленность России. -2005.декабрь (12). – С.8 – 11.
4. Синтез, структура и свойства ионообменных волокнистых композитов/ С.Е. Артеменко, М.М. Кардаш, Н.Б. Федорченко, А.А.Самарский // Наука Кубани.-

**Н.А. Собгайда, Л.Н.Ольшанская, Ю.А.Макарова, Н.Е.Попова**

Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ТЕРМООБРАБОТАННЫМИ ОТХОДАМИ**

Одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды являются ионы тяжелых металлов (ТМ). Основным источником загрязнения ТМ являются сточные воды гальванических производств, предприятий по производству источников тока, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы. На сегодняшний день известно множество способов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Многие из них являются дорогостоящими, сложными в исполнении, требующими дефицитные реагенты. В связи с этим особый интерес представляют недорогие эффективные способы очистки сточных вод. Наиболее эффективным является сорбционный способ очистки сточных вод при использовании сорбентов на основе отходов производства. При этом решаются две важные проблемы – очистка СВ и утилизация отходов.

Ежегодно в Саратовской области образуется более 3000 тыс. тонн отходов, из них около 20 тыс. тонн - отходы сельского хозяйства, около 70 тыс. тонн – отходы производства пищевых продуктов [1]. Поэтому вторичное использование отходов является актуальной проблемой.

Целью данной работы явилось изучение возможности использования термообработанных отходов различных производств для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (ИТМ:  $Zn^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ).

В качестве отходов использовали: шелуху пшеницы - отход мукомольного производства села «Красный Яр» Энгельсского района Саратовской области; шелуха подсолнечника – отход Аткарского маслозавода Саратовской области; опилки – отходы столярного производства города Энгельса.

Для моделирования процесса очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов готовили раствор, содержащий ионы кадмия, цинка, свинца и меди с концентрацией 0.08 мг/л. Затем определяли статическую емкость сорбента, термообработанного при различных температурах,  $t$ ,  $^{\circ}C$  - 100, 200, 300 и 400. Термообработку исходного сырья проводили в муфельной печи в течение 1 часа. Сорбент выдерживали в растворе в течение 40 часов

в соотношении 1:50, после чего раствор отфильтровывали и анализировали его на остаточное содержание ИТМ. Концентрацию ионов тяжелых металлов определяли вольтамперометрическим методом на анализаторе АКВ-07 МК фирмы «АКВИЛОН». В соответствии с методикой для вольтамперометрического метода 100 мл фильтрата выпаривали на песчаной бане с 1 мл концентрированной азотной кислоты до образования влажных солей. Затем влажные соли растворяли в 1 мл соляной кислоты (1М) и доводили раствор до 25 мл фоновым электролитом. Для анализа отбирали раствор объемом 20 мл, в котором снимали I-E потенциодинамическую кривую. Концентрацию определяли при добавлении стандартной добавки по площади пиков под кривой. Полученные данные представлены в таблице.

Из нее видно, что максимальный эффект удаления ИТМ достигается уже при температуре термообработки 300<sup>0</sup>С. В процессе обжига при термообработке выше 200<sup>0</sup>С наблюдалось изменение окраски термообработанных продуктов от серо-коричневой до черной. Черная окраска свидетельствует об образовании углерода при обугливание углеводов содержащихся в шелухе и опилках [2].

Концентрация ИТМ ( $C_{\text{кон}} \cdot 10^3 \text{ мг/л}$ ) и эффективность после очистки Э, % термообработанными отходами ( $C_{\text{нач}} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ мг/л}$ )

Вид отхода	ИТМ							
	Кадмий		Цинк		Свинец		Медь	
100 <sup>0</sup> С	$C \cdot 10^3 \text{ мг/л}$	Э, %	$C_{\text{к}} \cdot 10^3 \text{ мг/л}$	Э, %	$C \cdot 10^3 \text{ мг/л}$	Э, %	$C \cdot 10^3 \text{ мг/л}$	Э, %
Опилки	28,11	64,86	57,87	27,66	4,04	94,95	27,90	65,12
Пшеница	5,73	74,27	3,16	76,84	0,79	99,00	69,80	12,75
Подсолнечник	0,75	99,00	0,00	100	2,44	96,95	58,90	26,37
200 <sup>0</sup> С								
Опилки	10,60	86,75	34,00	57,50	5,378	93,27	8,30	89,62
Пшеница	0,70	99,12	0,10	99,87	6,10	92,37	37,34	53,32
Подсолнечник	0,20	99,75	0,00	100	9,20	88,50	35,20	56,00
300 <sup>0</sup> С								
Опилки	14,34	82,02	8,90	88,87	0,01	99,98	12,83	83,96
Пшеница	0,17	99,78	3,30	95,87	0,822	98,97	21,40	73,25
Подсолнечник	0,16	99,80	0,00	100	2,682	96,64	21,30	73,37
400 <sup>0</sup> С								
Опилки	1,54	98,07	37,70	52,87	7,46	90,67	20,00	75,00
Пшеница	0,30	99,62	0,00	100	1,64	97,95	11,66	85,42
Подсолнечник	13,40	83,25	0,00	100	9,00	88,75	9,85	87,68

Помимо изменения цвета при термообработке происходило изменение объема, насыпной плотности и внешнего вида сорбента. Он приобретал повышенную хрупкость, легче поддавался измельчению. Частицы как бы усаживались, приобретали слоистую графитоподобную

структуру. Микроструктурный анализ образцов на оптическом микроскопе «Karl Zeiss» «Эпигност», при максимальном увеличении 500 показал, что в объеме материала и на поверхности сорбента появлялись рыхлые конгломераты, имеющие выступы, трещины, каналы (рисунок), что свидетельствует о высокой дефектности их структуры, что должно обуславливать высокие сорбционные свойства. Термообработка при 400<sup>0</sup>С приводит к сильному обугливанию материала.

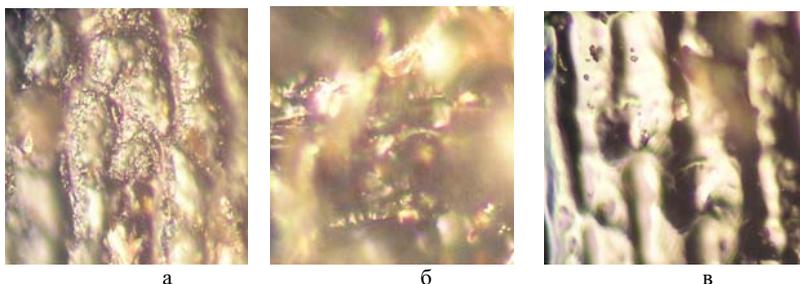


Рис. Микроструктура отходов, термообработанных при Т, 300<sup>0</sup>С;  
а - шелуха подсолнечника, б - шелуха пшеницы, в - опилки; х 500

Дополнительные физико-химические исследования субстратов на инфракрасном Фурье-спектрометре Infracum FT-801 в таблетках с KBr показали, что исходная шелуха пшеницы и подсолнечника содержат целлюлозу, сложноэфирные, белковые и кремневые соединения. Опилки, помимо целлюлозы и сложных эфиров, содержат азотистые и кремниевые соединения. Спектры, снятые после термообработки при температуре 300<sup>0</sup>С шелухи пшеницы и шелухи подсолнечника показали, что полосы поглощения сложноэфирных и белковых групп трансформируются и увеличиваются полосы поглощения кремниевых соединений.

У термообработанных опилок трансформируются полосы поглощения сложноэфирных и азотистых групп.

В результате проделанной работы была показана возможность использования различных отходов в качестве сорбентов ИТМ и установлено, что наибольшая эффективность очистки достигается при использовании отходов, термообработанных при Т=300<sup>0</sup>С. Предположительно в этих условиях формируется структура с размером пор, наиболее эффективно поглощающих компоненты наноразмеров.

## Литература

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2007г. Саратов.-2008г.-191с.

2. Свергузова, Ж.А. Извлечение молочной кислоты из водных растворов термообработанным дефекатом / Ж.А. Свергузова // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: тез. Докл. Междунар. науч.-практ. конф. / Щелкино (Украина), 2-6 июня 2008 г.- Харьков Райдер. –Т2.- С.146-147.

**В.Н. Студенцов, Е.А. Скудаев, А.Г. Колчин**

Энегельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

### **СИНТЕЗ ЧАСТО СШИТЫХ РЕАКТОПЛАСТОВ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ**

Реактопласты – это нерастворимые неплавкие полимеры, имеющие пространственную сетчатую структуру, образованную химическими связями между полимерными макроцепями. Часто сшитые реактопласты получают отверждением олигомерных смол. В данной работе объектами исследования являются весьма распространенные и широко применяемые смолы: анилинофенолоформальдегидная смола СФ-342А (1), ненасыщенная полиэфирная смола ПН-15 (2) и эпоксиановая смола ЭД-20 (3). Смолы, средняя функциональность которых составляет три и более, отверждаются чисто термически. Бифункциональные смолы при нагревании практически не отверждаются, так как олигомерные молекулы таких смол способны лишь к образованию линейных макроцепей, поэтому для отверждения таких смол требуется введение в реакционную смесь особых добавок – отвердителей. Из перечисленных смол типа (2) применяют отверждающие системы, содержащие органические гидропероксиды, например, гидропероксид изопропилбензола. Эпоксидные смолы отверждают ангидридами органических кислот либо аминами, например, полиэтиленполиамином (ПЭПА). Все отвердители являются токсичными и сравнительно дорогостоящими веществами, например, ПЭПА на порядок дороже смолы ЭД-20.

При изучении отверждения смол различных типов обнаружено их взаимное отверждающее влияние, это позволяет отказаться от применения отвердителей, что имеет экономическое и экологическое значение. Отказ от отвердителей улучшает условия труда и снижает себестоимость изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Кроме того, использование смесей различных исходных смол позволяет регулировать свойства получаемых ПКМ.

Давно применяется отверждение бинарных смесей эпоксидных и фенолоформальдегидных смол [1]. Запатентовано отверждение смесей смол СФ-342А (1) и ПН-15 (2), в которых анилин, содержащийся в смоле (1), выступает, видимо, в роли аминного отвердителя по отношению к смоле (2). Сополимеры трех различных исходных смол значительно менее изучены. Исследование кинетики отверждения смесей смол (1), (2) и (3) при атмосферном давлении показало, что эффективная энергия активации этого процесса уменьшается по ходу отверждения от 50 до 20–30 кДж/моль. Это свидетельствует о том, что отверждение протекает в переходной области с тенденцией к смещению в диффузионную область в силу возрастания диффузионных затруднений. Суммарный порядок процесса отверждения по олигомерам при этом стремится к значениям, близким к единице [3].

Стандартные образцы ненаполненных отвержденных смесей смол отливали в кюветках, образцы наполненных (армированных) материалов вырезали из твердых пластин, полученных способом намотки нитью. Полученные образцы испытывали и определяли следующие характеристики: удельную ударную вязкость  $a_{уд}$  (ГОСТ 4647-80), разрушающее напряжение при статическом изгибе  $\sigma_{и}$  (ГОСТ 4648-81), плотность  $\rho$  (ГОСТ 4620-84).

При высоких степенях превращения исходных олигомеров в сетчатый продукт около 90% полученный сополимер является твердым, но хрупким материалом (таблица). Введение в исходные смеси олигомеров волокнистых наполнителей в виде различных технических нитей значительно ускоряет процесс отверждения и повышает прочностные характеристики получаемых ПКМ.

Физико-механические характеристики образцов ПКМ на основе смесей трех смол

Наполнитель	$a_{уд}$ , кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{и}$ , МПа	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Без наполнителя	8	1	-
Капрон	-*	166	1100
Нитрон	41	39	850
Углеродная нить	-	120	1500

\* - испытания не проводились

Запатентован способ получения полимерных электретов на основе армированных смесей трех изученных смол [4]. Состав сополимера трех смол и технология отверждения подлежат патентованию.

## Литература

1. Куличев А.Г. Определение эпоксидных и карбоксильных групп в эластичных эпоксидноволокнистых блоксополимерах / А.Г.Куличев, М.С.Тризно, А.Ф.Николаев // Пластические массы. – 1969. №10. – С. 58-59.
2. Пат. № 2232175 РФ Композиционный материал на основе ненасыщенной полиэфирной смолы. / В.Н. Студенцов, А.Н.Левкин, И.В.Черемухина // БИ. – 2004. №2.
3. Студенцов В.Н. Кинетика и механизм отверждения смесей термореактивных смол / В.Н. Студенцов, Е.А.Скудаев // Композит-2007. – Саратов: СГТУ, 2007. – С. 188 – 191.
4. Левин Р.В. Способ получения полимерного электрета. Патент № 2298245РФ / Р.В. Левин, В.Н. Студенцов, Е.А. Скудаев, Л.М. Дорошенко // БИ. – 2007. №12.

**Г.К. Сугурбекова, Т.К. Сугурбеков, Е.Т. Сугурбеков**

Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Казахстан

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ С КОМПЛЕКСАМИ СЕРУСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Разработка методов синтеза и физико-химического анализа обусловлена необходимостью получения новых и улучшения свойств имеющихся соединений металлов с серо- и фосфорсодержащими соединениями на основе отходов химической промышленности Жамбылской области. В настоящее время ведется активный поиск новых соединений с целью создания лекарственных препаратов нового поколения для лечения социальнозначимых заболеваний (онкологических, вирусных и последствий экологического воздействия химической промышленности) с широким спектром активности и уменьшенными побочными эффектами, что особенно важно при решении важнейшей проблемы утилизации промышленных отходов.

Экологические проблемы, связанные с промышленными загрязнениями, отличаются для Жамбылского региона и имеют свою специфику. Нужно учитывать экономические и экологические последствия производства фосфорной промышленности и использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано. Модернизация существующего производства, производство новых видов минеральных удобрений, создание безотходных и экологически чистых, высокотехнологических производств, направленных на выпуск конкурентноспособной, экспортируемой отечественной продукции должна быть направлена на внедрение результатов

исследования научных разработок по обезвреживанию отходов фосфорной промышленности.

Максимальную токсичность проявляют наиболее химически активные частицы, координационно ненасыщенные ионы, к числу которых следует отнести ионы свободных металлов. Снижение электрофильных свойств иона соответственно приводит к снижению его токсического действия на организм. Хелатирование свободных ионов металла полидентатными лигандами превращает их в устойчивые, более координационно насыщенные частицы, не способные разрушить биоконплексы, а следовательно малотоксичные. Они мембранопроницаемы, способны к транспортировке и выведению из организма. Итак, токсичность элемента определяется его природой, дозой и молекулярной формой, в составе которой находится элемент.

Биологическое действие высокомолекулярных органических соединений (аминокислот, полипептидов, белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот) определяется атомами (N, P, S, O) или образуемыми группами атомов (функциональными группами), в которых они выступают в качестве химически активных центров, доноров электронных пар, способных к образованию координационных связей с ионами металлов и органическими молекулами.

Химизм токсичности можно объяснить способностью металлов блокировать сульфгидрильные группы ферментов и других биологически активных соединений.

Большой научный и практический интерес для синтеза биологически активных комплексов металлов представляет унитиол-Un (2,3-димеркаптопропансульфонат натрия), который весьма успешно применяется в медицине как антидотный препарат в хелатотерапии. Биологическое действие унитиола определяется атомами серы, которые выступают в качестве химически активных центров, доноров электронных пар, способных к образованию координационных связей с ионами металлов.

Для получения термодинамической характеристики процессы взаимодействия солей кобальта (II) и кобальта (III) с унитиолом были изучены спектрофотометрическим и потенциометрическими методами. Были подобраны оптимальные условия существования, составы и структуры образующихся соединений реакций комплексообразования в системе унитиол – кобальт в водных растворах.

В качестве исходных реагентов были взяты  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$ , цис- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl}$ , транс- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl}$ ,  $\text{CoBr}_2$  и унитиол. Кривые светопоглощения исследуемых растворов при различных pH имеют полосы поглощения с максимумами при 330, 380 и 460 нм для  $\text{Co}^{2+}$  и спектры для  $\text{Co}^{3+}$  из двух полос поглощения с

максимумами в области 370-440 нм и 490-550 нм. Анализ показал, что концентрация исходных продуктов влияет на состав образующихся комплексов, и в исследуемых системах протекают процессы последовательного замещения молекул воды, аммиака и этилендиамина на унитиол, в результате которых образуются продукты с различными спектральными параметрами. Комплексы  $\text{CoCl}_2$  с унитиолом начинают образовываться при pH растворов меньше 2 и имеют максимальный выход при  $\text{pH} \geq 6$ .

Таким образом, можно предположить, что по мере увеличения соотношения концентрации унитиола и  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Co}^{3+}$  и при повышении pH среды, также приводящего к увеличению доли диссоциированных по SH-группам форм унитиола, в исследуемых системах протекают процессы ступенчатого замещения лигандов во внутренней сфере. В ходе реакций образуются смешаннолигандные комплексы, конечным продуктом является комплекс состава  $\text{Co}^{3+} : \text{Un} = 1:3$ .

Каждый спектр изоляриной серии поглощения раствора  $\text{Co}^{2+}$ -Un имеет три полосы поглощения при 19000, 22000 и 29000  $\text{cm}^{-1}$ , которые относятся к переходам между d-подуровнями центрального атома. Полоса при 19000  $\text{cm}^{-1}$  отнесена к переходу  ${}^4\text{T}_1(\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_1(\text{P})$ , что характерно для полос d→d переходов в октаэдрической конфигурации. Эта полоса расщепляется на две компоненты, присущие псевдооктаэдрическим комплексам, что также указывает на процесс смешаннолигандного образования комплексов. Полоса при 29000  $\text{cm}^{-1}$  соответствует полосе переноса заряда от серы к кобальту.

При разложении спектров поглощения растворов  $\text{Co}^{3+}$ -Un на компоненты Гаусса, были получены полосы при 37000, 38000, 39000  $\text{cm}^{-1}$ . Эти полосы отнесены к полосам переноса заряда от серы к кобальту. По значениям энергий стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП) замещаемые лиганды располагаются в следующий ряд:

**$\text{Co}[(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2 : \text{Un} < [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 < \text{CoBr}_2 : \text{Un} < \text{цис-}[(\text{CoEn}_2)]\text{Cl}_2 \text{ Un} < \text{транс-}[(\text{CoEn}_2)]\text{Cl}_2 : \text{Un}$ .**

Энергия расщепления гексааквоунитиолатного комплекса наименьшая, что обусловлено полярностью молекулы воды, замещение молекул воды на молекулы унитиола по сравнению с остальными замещаемыми лигандами более облегчено и аквокомплекс более лабилен. Наиболее высокая энергия расщепления наблюдается у комплекса с транс- $[(\text{CoEn}_2)]\text{Cl}_2 : \text{Un}$ , т.е. пространственно замещение унитиолом в молекуле транс-изомера идет наиболее затруднено энергетически. Приведенный ряд по силе лиганда дает возможность прогнозировать условия синтеза координационных соединений унитиола и металлов, а также предполагать возможную пространственную структуру синтезированных веществ. Таким образом, комплекс транс- $[(\text{CoEn}_2)]\text{Cl}_2 - \text{Un}$  должен быть наиболее

устойчив. Согласно теореме Яна-Теллера при снятии электронного вырождения образуется более стабильная конфигурация, которая подвержена различным искажениям и образованию прочных комплексов псевдооктаэдрической конфигурации. Константы образования комплексов в системе  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -унитиол равны  $K_n = 8,12 \cdot 10^{-14}$ ;  $p K_n = 13,09$  (спектрофотометрически);  $K_n = 6,46 \cdot 10^{-14}$ ;  $pK_n = 13,20$  (потенциометрически).

**В.Л Судаков, Ю.И Желтов, Л.М Аникина, О.Р. Удалова**

ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, Санкт-Петербург

### **ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КРУГЛОГОДИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Уровень разработок Агрофизического НИИ в области защищенного грунта и светокультуры растений позволяет перейти к организации в районах с экстремальными природными условиями и зонах экологического риска экономически рентабельными биотехнологическими комплексами - предприятий круглогодичного промышленного производства экологически безопасной овощной продукции или растительного сырья для фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности. В первом случае в значительной степени решается задача круглогодичного обеспечения населения высококачественными овощами, содержащими весь комплекс необходимых витаминов и минеральных веществ, во втором – возможна организация в стране собственного производства растительного сырья для фармацевтической и парфюмерной промышленности, в том числе и уникального, экспортруемого из дальнего зарубежья.

Метод светокультуры, самый высокопроизводительный способ круглогодичного производства с/х продукции, является основой технологий, применяемых для выращивания растений в биотехнологических комплексах, оснащенных разработанным в Агрофизическом НИИ вегетационным оборудованием – автоматизированными светоустановками (ВСУ) с горизонтальным или вертикальным расположением светильников. Световые блоки светоустановок оборудуются серийными источниками света - лампами ДНаТ- (400, 600). Конструктивно ВСУ с горизонтальным расположением светильников установленной мощностью до  $0,4 \text{ кВт/м}^2$ , предназначенные для выращивания растения высотой до 1 м (зеленные культуры,

низкорослые сорта томатов и т.д.), представляют собой стеллажи шириной один метр; на стеллаже располагаются поддоны с почвозаменителем и системой питания растений. Длина стеллажа определяется размерами рабочего помещения.

В ВСУ с вертикальным расположением светильников установленной мощностью до 0,8 кВт, варьирующей по мере роста растений, источники света располагаются вдоль вертикальной оси светоустановки, представляющей в плане шестиугольник площадью ~1,5 м<sup>2</sup>. Длительность ежесуточной работы ламп обоих типов ВСУ определяется видом выращиваемых растений и в большинстве случаев не превышает 12-14 часов в сутки. ВСУ с вертикальным расположением светильников предназначены для выращивания высокорослых растений – до 2,5 м высотой (лианы огурца и томатов).

В почвенных блоках ВСУ используются либо обычные технологии выращивания растений с использованием торфа со специальными добавками, либо специальные малообъемные технологии, более сложные по конструктивному решению, но и более производительные. Используемые ВСУ могут быть узкоспециализированными, например, для выращивания только одного вида овощных культур, или оснащены оборудованием для выпуска широкого набора растительной продукции. При точном выполнении требований разработанных технологий, овощная, цветочная и другая растительная продукция могут быть получены к заранее запланированному сроку.

Количество светоустановок, размещаемых в стационарных помещениях определяет их суммарную производительность и может быть любым: от единиц при использовании в детских садах, больницах, школах, а также в жилых помещениях при организации выращивания овощей или цветов в небольших объемах, до обеспечивающих производство растениеводческой продукции в промышленных масштабах. Требования к помещениям - высота ~ 3,0 м, оборудование системами электро- и водоснабжения (слив в обычных бытовых объемах), возможность круглосуточного поддержания температуры воздуха ~15<sup>0</sup>С.

Использование последних разработок АФИ в области светокультуры растений, обеспечивает высокую продуктивность овощных и других культур при значительном сокращении сроков вегетации. Например, за 70-80 суток урожай томата достигает 25–30 кг/м<sup>2</sup>, огурца за два месяца вегетации – 24-30 кг/м<sup>2</sup>, урожай салата за 22–25 суток - ~4-6 кг/м<sup>2</sup>.

Основным фактором, препятствующим широкому распространению современной промышленной светокультуры является укоренившееся мнение о высоких затратах на электроэнергию при производстве овощной и другой растительной продукции этим и методами. Действительно, затраты на электроэнергию увеличиваются приблизительно в два раза по

сравнению с затратами при использовании комбинированного освещения в теплицах в осенне-зимний период. Однако для объективной оценки рентабельности производства единицы овощной продукции следует комплексно оценивать стоимость отдельных элементов всего технологического цикла производства овощей в существующих тепличных комбинатах и в биотехнологических комплексах. Главными преимуществами, обеспечивающими рыночную конкурентоспособность продукции, получаемой в биотехнологических комплексах, являются: отсутствие трудностей, связанных с эксплуатацией обычных культивационных сооружений, исключение возможности массовой гибели растений, высокое качество и экологическая чистота выращиваемых растений, соответствующее самым высоким требованиям пищевой, фармацевтической или парфюмерно-косметической промышленности. Ориентировочные расчеты показывают рентабельность производимой методом светокультуры растительной продукции и в условиях имеющихся рыночных цен. Реальная же реализационная цена продукции, производимой методом светокультуры, должна соответствовать её качеству и, по крайней мере, в 1,5-2 раза превышать стоимость рыночных овощей. Перспективными направлениями, ведущими к дополнительному снижению стоимости производства единицы продукции являются применение фотобиологических методов регуляции роста и развития растений и использование тепловых потоков от источников света ВСУ. Проведенные ориентировочные теплотехнические расчеты показывают, что при рациональной схеме использования тепловой энергии, выделяемой источниками света вегетационных установок, возможно значительное снижение энергозатрат на отопление помещения биотехнологического комплекса по производству растительной продукции в крупных масштабах в осенне-зимний период эксплуатации. Например, в полностью оснащенной светоустановками биотехнологическом комплексе площадью ~ 500 м<sup>2</sup>, не требуется отопления помещения при значениях температур наружного воздуха до -10<sup>0</sup>С.

Расчетные стоимости изготовления горизонтальной светоустановки ~ 8,0 - 10,0 тыс. руб/м<sup>2</sup>, вертикальной ВСУ ~ 15-20 тыс. руб. При невысоких требованиях к дизайну оборудования, стоимость изготовления светоустановок обоих типов может быть значительно снижена, что важно при организации мелкомасштабного производства свежей овощной продукции в детских садах, в школах, больницах и т.д. Элементы разработанных технологий культивирования растений проверены на практике в регионах с экстремальными природными условиями (Ямал, Магадан, Таймыр и т.д.). Результаты эксплуатации в течение 3 – 5 лет организованных в этих районах небольших по площади (от 40 до 200 м<sup>2</sup>

полезной площади) участков по круглогодичному производству свежей овощной продукции, подтверждают реальность предлагаемого проекта.

**Е.А. Татаринцева, О.В. Титоренко**

Энгельский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета

## **АПРОБАЦИЯ И ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ**

Централизованное снабжение водой городов, поселков и промышленных предприятий представляет собой сложный комплекс технико-экономических и организационных мероприятий. Их рациональное решение определяет уровень санитарного благоустройства городов и поселков, обеспечивает нормальные условия жизни населения, гарантирует бесперебойную работу промышленности.

Вся используемая вода хозяйственно-питьевого назначения предварительно очищается и обеззараживается на очистных сооружениях.

Снабжение населения кондиционной водой в достаточном количестве имеет важное социальное и санитарно-гигиеническое значение, предохраняет людей от эпидемиологических заболеваний, распространяемых через воду.

По данным ВОЗ, около 80 % всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Водным путем передается большинство кишечных инфекций: брюшной тиф, дизентерия, паратифы, сальмонеллезы, холера и др. Доказана роль воды при распространении эпидемического гепатита А, полиомиелита. Определенное значение имеет водный фактор в передаче аденовирусных инфекций, амебиоза, лямблиоза, гельминтозов [1].

Обеззараживание воды хлорированием наряду с явными достоинствами, такими как дешевизна, эффективность окисления, обладает серьезными недостатками – опасностью производства, отсутствием гарантии полного обеззараживающего эффекта, образованием галогенсодержащих соединений (ГСС), большую часть которых составляют тригалогенметаны (ТГМ): хлороформ, дихлорбромметан и бромформ. Побочные продукты озонирования представляют большую опасность, чем побочные продукты хлорирования, это альдегиды, кетоны, органические кислоты и т.д. [2, 3].

Прирост объема производства и подачи воды для удовлетворения возрастающих потребностей населения и других потребителей должен идти не только за счет строительства и освоения новых мощностей, сколько за счет повышения эффективности, интенсификации действующих сооружений и оборудования, технического перевооружения водопроводно-канализационных предприятий на базе достижений научно-технического прогресса.

Поэтому актуальной является задача поиска и внедрения современных, эффективных, экономически выгодных и экологически безопасных методов обеззараживания питьевой воды.

На базе МУП «Энгельс-Водоканал» ЭМО Саратовской области ВОС была выполнена работа по внедрению и апробации установок «Аквахлор-500» в количестве 16 штук производства ОАО НПО «Экран» МЗ РФ. В установках этого типа впервые решены вопросы рационального сочетания положительных свойств известных оксидантов – хлорноватистой кислоты, гидропероксидных соединений и озона и устранены отрицательные моменты, присущие каждому из них.

Установки «Аквахлор» компактны, экономичны, безопасны, эффективны. Для работы установки необходимо иметь техническую поваренную соль в количестве 2 кг и электроэнергию из расчета 2-3 кВт·ч на 1 кг производимых оксидантов [4].

Испытания дезинфицирующей активности раствора оксидантов из установки АКВАХЛОР-500 проводились по показателям обеззараживания воды хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Энгельса. Объект испытаний – вода, подаваемая на станцию водоподготовки от водозабора р. Сазанки. Контроль эффективности обеззараживания воды в реальном технологическом цикле производился по показателям ОМЧ (общее микробное число), ОКБ (общие колиформные бактерии), ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии).

Для сравнительного бактериологического анализа обеззараживающих свойств оксиданта и хлорной воды использовалась вода источника (р. Сазанка – КОЕ ОМЧ 190 в 1 мл, НВЧ КОЕ ОКБ 1100 в 100 мл, в т.ч. 15 КОЕ ТКБ в 100 мл) при искусственном заражении лактозной кишечной палочкой (ЛПК  $10^{10}$  КОЕ) и сапрофитными бактериями (КОЕ ОМЧ), время контакта 30 минут, температура воды 23-21<sup>0</sup>С. Результаты исследований отражены в таблице 1.

Таблица 1

## Сравнительный бактериологический анализ

Доза хлора и оксиданта, мг/л	С хлорной водой			С оксидантами АКВАХЛОР		
	КОЕ ОМЧ, в 1 мл	НВЧ КОЕ ОКБ, в 100 мл	В т.ч. КОЕ ТКБ, в 100 мл	КОЕ ОМЧ, в 1 мл	НВЧ КОЕ ОКБ, в 100 мл	В т.ч. КОЕ ТКБ, в 100 мл
1	Сливной рост	Сливной рост	26,5	Сливной рост	10,0	2,0
2	Сливной рост	29	3,0	12,0	5,0	Отс.
3	14,0	2,5	Отс.	3,0	Отс.	Отс.
4	6,0	1,0	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
5	2,0	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.
Норма для питьевой воды, СанПиН 2.1.4.1074-01	Не более 50	Отсутстви е	Отсутствие	Не более 50	Отсутстви е	Отсутствие

Отмечено, что при концентрации оксидантов 4 мг/л полностью отсутствуют бактерии в обработанной воде, чего не наблюдается при обычном хлорировании.

При обеззараживании воды большое значение имеет наличие остаточного хлора. Сравнительные данные по наличию остаточного хлора приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Остаточный хлор

Доза хлора и оксиданта, мг/л	С хлорной водой	С оксидантами «Аквахлор»
	Суммарный остаточный хлор, мг/л	Суммарный остаточный хлор, мг/л
ПДК, мг/л	1,1-1,7	1,1-1,7
2	0,21	0,36
3	0,36	0,28
4	0,36	0,28
5	0,28	0,86
6	0,72	1,37

Также изучалось влияние оксидантов на физико-химические показатели качества воды. Результаты проведенных исследований показали, что раствор оксидантов, вырабатываемый установкой «Аквахлор-500» является более эффективным обеззараживающим средством, чем хлорная вода. При этом отмечается их большее влияние на

снижение окисляемости, цветности, содержание железа. Оптимальная доза окислителей рекомендуется 5-6 мг/л при  $t=23-21$  °С.

Показано, что установки «Аквалор» безопасны, просты в использовании, более эффективны, чем газообразный хлор.

### Литература

1. Евсева Л.К. Качество воды, санитарное состояние водоемов // Л.К. Евсева // ЖКХ .- 2003. - № 3. - С. 9-11.
2. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / В.М. Бахир // Вода и экология. - 2003. - № 1.- С. 3-11.
3. Бахир В.М. Обеззараживание воды / В.М. Бахир // Питьевая вода. - 2003. - № 1. - С. 13-20.
4. Задорожный Ю.Г. Установки АКВАХЛОР: принципиально новая техника и прогрессивная технология обеззараживания и очистки воды / Ю.Г. Задорожный, О.П. Битюков // ЖКХ .- 2003. - № 5. - С. 8-12.

**О.В. Титоренко, Е.А. Татарничева**

ГОУ ВПО Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Долгое время вопросу экологичности материалов для строительства и отделки жилых домов в нашей стране не придавалось большого значения. Причиной тому были как чисто экономические аспекты, так и недостаточное понимание тесной взаимосвязи здоровья человека и тех материалов, что его окружают в повседневной жизни.

С развитием экологии как науки эта связь стала очевидна. Сегодня в России экологической безопасности строительных и отделочных материалов уделяется самое пристальное внимание – конечно, насколько это возможно в условиях интенсивно растущей строительной отрасли. По сегодняшним представлениям материал можно назвать экологически чистым, если он:

- не выделяет токсичных и раздражающих веществ;
- имеет минимальную естественную радиоактивность;
- производится по технологиям, оказывающим минимальный вред окружающей среде и персоналу предприятия;
- перерабатывается и повторно используется;

- при вторичном использовании не становится опасным для здоровья и окружающей среды.

Для каждого из перечисленных параметров разработаны определенные нормативы, которые по всему миру с течением времени ужесточаются – особенно заметен этот процесс в странах Западной Европы и США. Особое значение имеют установленные предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных и раздражающих веществ, находящихся в атмосфере жилых помещений.

От экологически опасной и некачественной строительной продукции рядового потребителя может защитить только система гигиенической и экологической сертификации, которая в нашей стране в полной мере начала действовать лишь в последние годы. Сейчас на территории России законодательно запрещено использовать в строительстве материалы, не имеющие специального гигиенического сертификата. В число таких материалов входят облицовочные плиты из природного камня, керамический гранит, шлакобетон, щебень, песок, цемент, кирпич и многие другие.

Гигиеническая оценка продукции включает: определение возможного неблагоприятного воздействия продукции на здоровье человека; установление допустимых областей и условий применения продукции; формирование требований к процессам производства, хранения, транспортировки, применения и утилизации продукции, обеспечивающих безопасность для человека.

Гигиенический сертификат выдается службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Приобретая любой строительный или отделочный материал, покупателю стоит поинтересоваться наличием у продавца гигиенического сертификата на товар. Два, на первый взгляд, совершенно одинаковых рулона линолеума или обоев, изготовленных разными производителями с небольшими изменениями в технологии, могут различаться по уровню выделения токсичных веществ в несколько десятков раз. И только компетентные организации в состоянии решить вопрос об их экологической безопасности.

Западные исследователи с точки зрения влияния на здоровье располагают строительные материалы в следующей последовательности: наименее желательны в качестве конструкционного материала металлы, в следующую группу входят бетон, камни с кристаллическими компонентами, стекло, различные пластики, более предпочтительны глиняный кирпич, мягкие камни осадочного происхождения. Наилучшими считаются материалы биогенного происхождения - дерево, солома и другие растительные материалы, необожженные грунтоблоки и т.д. Поэтому сейчас на Западе снова становятся популярны традиционные

материалы, такие как древесина, кирпич, натуральный камень, глиняная и известково-песчаная черепица.

Безусловно, во многих случаях использование природных строительных материалов более экологично. Однако здесь существует достаточно много ограничений по применению таких материалов в различных строительных конструкциях. В частности, строгое соблюдение противопожарных требований (обработка деревянных конструкций антипиреновыми пропитками, огнестойкими красками и составами) может нивелировать всю экологичность древесины. Да и построить из дерева здание хотя бы в девять этажей – задача маловыполнимая. Словом, материалы естественного происхождения хорошо подходят только для небольших и непритязательных деревенских построек, а в условиях современного города будут выглядеть не совсем уместными.

Кроме того, было бы ошибкой считать экологически вредными все новые материалы искусственного происхождения. Строительная индустрия в настоящий момент владеет технологиями для производства экологически чистых синтетических материалов. Многие из них не только не уступают натуральным, но и превосходят их по большинству потребительских характеристик. Кроме того, происходит постоянное совершенствование технологий в плане снижения издержек и увеличения экологичности.

В качестве иллюстрации этой тенденции рассмотрим пример с обоями. Самыми популярными до сих пор остаются бумажные обои. В первую очередь, это связано с низкими ценами и простотой использования. Они экологичны и могут использоваться для отделки практически любых жилых помещений. Основной их недостаток - непрочность, невозможность применения во влажных помещениях, требующих обработки стен моющими составами.

Синтетические обои не имеют этих недостатков. Например, текстильные обои на синтетической основе, которые представляют собой полотно, наклеенное на поролон, обладают повышенными теплоизоляционными и шумопоглощающими свойствами, а также светостойкостью. Использование для изготовления полотна нитей различных оттенков позволяет обеспечить любую цветовую гамму.

Другая разновидность синтетических обоев – стеклообои производятся из минеральных экологически чистых материалов: кварцевый песок, сода, известь, доломит. Таким образом, отсутствует питательная среда для микроорганизмов и гнилостных грибков. Они не вызывают аллергии и не выделяют в воздух токсичных веществ. При высоких потребительских характеристиках экологическая безопасность этих материалов несколько не ниже, чем у бумажных обоев.

Ставшие популярными в последнее время виниловые обои не столь безобидны. Они состоят из двух слоев – нижний слой бумаги (или ткани) покрывается слоем поливинила, а затем на поверхность наносится рисунок или тиснение. Этот вид обоев нельзя назвать абсолютно экологически безопасным из-за выделений продуктов неполной полимеризации.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В строительстве для обеспечения экологической безопасности должны применяться материалы и изделия (облицовочные покрытия, погонажные изделия, клеи, мастика и т.п.), которые отвечают требованиям действующих ГОСТов, ТУ и обладают удовлетворительными санитарно-гигиеническими показателями.
2. Наряду с гигиенической регламентацией и сертификацией важнейшее значение для повышения уровня экологической безопасности используемых материалов имеет разработка новых нетоксичных строительных и отделочных материалов.
3. Для создания новых материалов на основе природного сырья необходимы: экологизация технологического процесса их изготовления, строгий контроль за качеством исходных компонентов, сырья и дополнительные научные исследования.

#### Литература

1. Андроникашвили, Г.А. Экология и строительство / Г.А. Андроникашвили; под ред. С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1987.
2. Передельский, Л.В. Строительная экология: учеб. пособие/Л.В. Передельский, О.Е. Приходченко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 320 с.

#### О.В. Ушакова

ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды  
им. А.Н. Сысина РАМН, Москва

### **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ ЗАХОРОНЕНИЙ**

Один из великих мыслителей древности справедливо заметил: «Покажите мне деревенский погост, и я скажу, каков уровень культуры и духовности у всего народа».

Увеличение численности и плотности проживания населения в городах-мегаполисах привело к возникновению целого комплекса проблем, связанных с погребением тел умерших. В настоящее время появились кладбища-гиганты площадью более 100 га.

В России до 1917 года одно место захоронения эксплуатировалось представителями рода многократно за счёт высокого качества земли, ее зернистости, сухости, пористости, температуры, а также высокой самоочищающей способности. Происходил процесс безопасного в гигиеническом и эпидемиологическом отношении разложения.

При сложившейся системе ведения кладбищенского хозяйства каждый год за счет прирезок к основным действующим кладбищам и открытия новых отводится свыше 3000 га земли, при этом под кладбища выделяются худшие земли с высоким содержанием глины, урбоземли, насыпные участки. Поэтому, как следствие, внутри земли идет опасный в санитарно-эпидемиологическом и экологическом отношении процесс омыления или мумификации.

В результате кладбища оказывают отрицательное влияние на санитарно-эпидемиологическое состояние окружающей среды (воду, почву, атмосферу). Главными компонентами – загрязнителями являются органические соединения, азотные соединения, хлориды, сульфаты, величины ХПК, БПК и степень микробного загрязнения.

На протекание процессов формирования загрязнения влияют несколько факторов: глубина залегания грунтовых вод; наличие пористости и кислорода в почве; степень загрязнения почв тяжёлыми металлами (при их присутствии скорость разложения органики и процесс минерализации протекают медленнее).

Только научно разработанные гигиенически обоснованные оптимальные безопасные параметры и условия захоронения, эксплуатации кладбищ, на всех этапах обращения с усопшими, позволят исключить негативное влияние кладбищ на окружающую среду и здоровье населения.

Фактически все почвы на кладбищах можно отнести к разряду почв, загрязненных органическими веществами (трупам). В таких почвах микроорганизмы длительно сохраняют свою жизнеспособность - до нескольких десятков лет. В течение этих лет возможно проникновение патогенных организмов в грунтовые и поверхностные воды.

На Западе почву под кладбище начинают готовить за несколько лет до первого погребения и требования выше, чем у нас. Почва предпочтительнее песчаная, грунтовые воды должны залегать не выше двух метров, по близости не должно быть дорог, болот, рек. Принимается во внимание рельеф и роза ветров. Землю засаживают определенными сортами трав, в США туда запускают выведенного методом генной инженерии специального калифорнийского червя, который резко ускоряет процесс разложения органики. В Англии изобретен специальный раствор, катализатор биопроцессов, который закачивают в почву кладбищ, сокращая процесс распада до пяти лет. Под землей прокладывают дренажные трубы, чтобы в будущем трупный яд не попал в грунтовые

воды. Грунт должен быть крупнозернистый, потому что для нормального процесса распада в могилу должен поступать кислород.

Кладбищенский период, установленный в различных странах, колеблется между 5 (Франция) и 30 годами (Россия). Срок употребления территорий захоронений для других целей определен неоднозначно: для культуры растений почвы можно использовать уже через несколько лет после закрытия; но относительно застройки кладбищенских участков следует быть более осторожным и пропускать не менее двух кладбищенских периодов после закрытия или, лучше сказать, после погребения на них последних трупов.

На сегодня в РФ отсутствует Государственная концепция развития похоронного дела, в которую в качестве составного элемента и основы, должны быть включены требования по соблюдению санитарно-гигиенических, эпидемиологических требований предупреждения вредного влияния кладбищ (крематориев) на окружающую среду и здоровье населения, порядок ведения санитарно-экологического мониторинга.

Общее состояние похоронного дела в Российской Федерации имеет ряд серьезных недостатков, требующих законодательного совершенствования Федерального закона «О погребении и похоронном деле», других федеральных законов и нормативных правовых актов.

Государственное регулирование этой деятельности пока не представляет собой целостной системы. Не выполняется требование ряда важных статей Федерального закона об организации похоронного дела как самостоятельного вида деятельности.

**О.Н. Филимонова, М.В. Енютина, Е.А. Казьмина, М.Г. Шевлякова**

Воронежская государственная технологическая академия

## **ПОЛУЧЕНИЕ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ЭТИЛОВОГО СПИРТА И СТИРОЛА**

При реконструкции существующих технологий самым значимым способом создания малоотходных и «чистых» производств остается использование отходов в качестве ценного вторичного сырья. Переработка отходов некоторых пищевых и нефтехимических производств в растворители и полимерные материалы актуальна как с технико-экономической, так и с экологической точек зрения.

Получение этилового спирта из крахмал- и сахарсодержащего сырья сопровождается образованием значительного количества отхода производства – сивушного масла. Наличие гидроксильных групп в сивушном масле позволяет создать смесевой растворитель ацетатного типа для растворных полимерных систем, например на основе сополимера «СТАМ». Сополимер «СТАМ» представляет собой продукт термической сополимеризации стиролсодержащего кубового остатка совместного производства стирола и оксида пропилена с малеиновой кислотой и используется в качестве пленкообразователя.

Состав и содержание компонентов сивушного масла, определенные методами функционального анализа и газожидкостной хроматографии, представлены в табл. 1.

Экспериментальные исследования проводились на основе отхода производства Краснянского спиртового завода (Воронежская область) со следующим содержанием компонентов (мас. д., %): этанол – 2,8; *n*-пропанол – 5,3; изобутанол – 17,2; изоамиловый спирт – 63,9; вода – 10,8.

Таблица 1

Содержание основных компонентов сивушного масла

Компонент	Сивушное масло (мас. д., %)	
	товарное	«сырое»
Этанол	1,87-7,64	5,20-15,74
<i>n</i> -пропанол	3,58-13,14	7,45-14,53
изо-бутанол	10,44-17,26	12,25-15,53
изо-амиловый спирт	58,98-70,18	37,83-57,76
Вода	8,41-13,72	12,81-20,88

Ограничение использования такого отхода заключается в наличии в нем избыточного количества алифатических спиртов, которые могут вызвать нежелательное осаждение полимера из раствора. Данная проблема решалась с использованием классической реакции органического синтеза – алкохолиза карбоновых кислот – реакцией этерификации [1]. Переработка отхода по данной схеме заключалась во взаимодействии спиртов сивушного масла и уксусной кислоты с образованием смеси, состоящей в основном из сложных эфиров. Полученный растворитель имел следующий состав (мас. д., %): этанол – 0,19; *n*-пропанол – 0,45; изобутанол – 1,42; изоамиловый спирт – 2,93; этилацетат – 1,11; *n*-пропилацетат – 3,36; изобутилацетат – 19,47; изоамилацетат – 71,02; вода – 0,05.

Исследование возможности использования синтезированного смесового растворителя для получения полимерных материалов на основе сополимера «СТАМ» выполнено в сравнении со стандартным образцом за который был взят лак (ТУ 38.402.3-90), представляющий собой раствор

смолы в ксилоле и ацетоне с массовой долей сополимера 40 %. Результаты испытаний покрытий представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические показатели покрытий

Норма по ТУ	Норма	Стандартный образец	Опытный образец
Условная вязкость по ВЗ-4, с	30-50	38	42
Массовая доля нелетучих веществ, %	35-45	39,2	
Твердость покрытия, усл. ед., не менее	0,3	0,36	0,38
Адгезия, балл, не более	1	1	1
Время высыхания при (20±0,3) °С, не более			
до степени 1, ч	–	0,3	0,3
до степени 3, ч	24	7,9	7,8
Блеск, %	–	82	87
Отстой лака за 24 ч при (20±2) °С, объемные доли, %, не более	1	0,5	0
Розлив, балл	–	8	10

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что введение синтезированного растворителя в лакокрасочные композиции на основе сополимера «СТАМ» улучшает декоративно-защитные свойства покрытия, а именно, позволяет получить высокоглянцевые покрытия с блеском, превосходящем стандартный образец. Улучшенный розлив лаковой композиции позволяет рекомендовать ее для получения декоративных покрытий. Практически полное устранение образования осадка в опытной композиции по сравнению со стандартной дает возможность исключить непроизводительные потери полимерной основы лака при транспортировке и хранении.

### Литература

1. Лычкин, И. П. Кинетические особенности реакции этерификации отходов производства бутиловых спиртов в растворе / И. П. Лычкин, М. В. Енютина, Н. В. Ботвиньева, С. С. Зарцына // Нефтепереработка и нефтехимия. 1996. Вып. 12. – С. 41-43.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФТОРПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

В процессе производства трифтортрихлорэтилена, являющегося основой для получения различных фторполимеров, образуется значительное количество шламов катализатора (до 350 кг на 1 т продукта), содержащих в основном цинк и его соединения, которые в настоящее время не рекуперированы. Кроме того, в процессе производства политетрафторэтилена (ПТФЭ) марки Ф 4Д образуются многотоннажные жидкие отходы - маточные растворы (МР).

Целью данной работы являлось изучение возможности применения цинксодержащих шламов катализатора и МР процесса синтеза ПТФЭ для получения электрохимических цинковых покрытий.

Для получения электролита шламы катализатора выщелачивали серной кислотой с добавкой МР или без него. Цинк осаждали на алюминиевые образцы, служащие катодом, в течение 1 ч в интервале плотностей тока от 200 до 1300 А/м<sup>2</sup> и концентраций цинка в электролите от 60 до 212 г/л.

Зависимость выхода по току от концентрации ионов цинка в электролите, приготовленном без добавки МР при плотности тока 950 А/м<sup>2</sup>, представлена на рис. 1а. Выход по току проходит через максимум при содержании цинка 78 г/л.

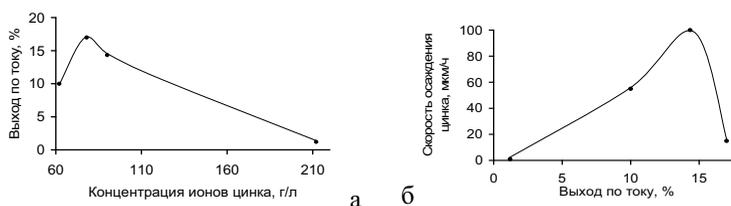


Рис. 1. Зависимости выхода по току от концентрации ионов цинка в электролите без добавки МР (а) и скорости осаждения цинка на катоде от выхода по току (б)

Следовало ожидать, что в кислых электролитах скорость осаждения будет расти с увеличением выхода по току. Однако оказалось, что эта зависимость также имеет максимум при выходе по току 14,3 % (рис. 1б).

Наблюдаемое снижение выхода по току (рис. 1а) связано с тем, что при значительном содержании цинка в электролите на поверхности катода идет дендрирование (рис. 2а), что изменяет геометрические

характеристики катода. Реальная площадь становится выше, а плотность тока ниже. В результате образуется темно-серое шероховатое покрытие с участками непокрытия и питтинга, что представлено на рис. 2 б,в.

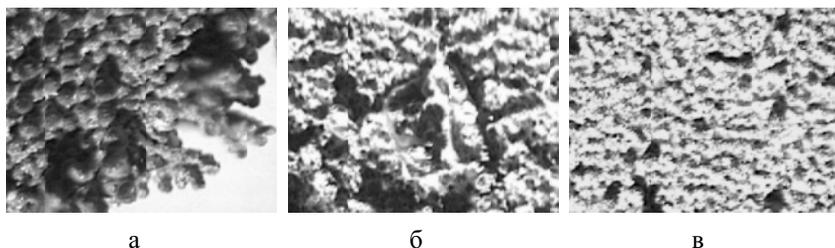


Рис. 2. Внешний вид цинкового покрытия (x 80), полученного из электролита без добавки МР

Зависимости выхода по току от плотности тока для различных электролитов представлены на рис. 3.

Полученные результаты показывают, что на процесс осаждения цинка на катоде значительное влияние оказывает плотность тока и концентрация цинка в водном растворе. Выход цинка по току в электролите на водной основе незначительный, постепенно снижается до 10-12% при плотности тока  $750 \text{ A/m}^2$ , после чего выходит на предел.

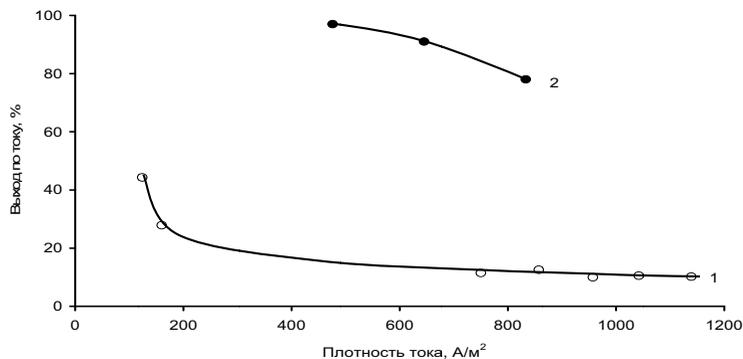


Рис. 3. Зависимость выхода по току от плотности тока для электролита без МР (1) и электролита с добавкой МР (2)

При использовании цинкового электролита с добавкой МР при оптимальных для данного процесса значениях плотности тока выход цинка по току возрос до 98 %. Кроме того, было достигнуто значительное

улучшение качества покрытия по сравнению с электролизом, электролите без добавки МР, что иллюстрируется рис. 4.



Рис. 4. Внешний вид цинкового покрытия (x 80), полученного из электролита с добавкой МР

Светло-серая гладкая поверхность покрытия отличалась равномерностью толщины осажденного цинка, а также отсутствием питтинга и дендритов. Это может быть обусловлено выравниванием энергии поверхности электрода за счет адсорбции компонентов МР на активных участках.

Выходы цинка по току, полученные с использованием электролита на основе МР, близки аналогичным значениям, получаемым в кислых электролитах цинкования, применяемых на производстве для получения цинковых покрытий.

**Ш.А.Хайдаров, Н.Л. Воропаева, И.Н. Рубан, Ю.Б. Саимназаров**

Узбекский научно-исследовательский институт риса, Узбекистан, Ташкент

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ РИСА**

Современное сельскохозяйственное производство требует использования новых высокоэффективных, экологически безопасных ресурсосберегающих технологий. Это связано, прежде всего, с увеличением рентабельности получения сельскохозяйственной продукции высокого качества, возрастающей конкуренцией на рынках, наличием жестких требований к безопасности продуктов питания, уменьшением площадей высокоплодородных почв, а также ограничением других природных ресурсов. Необходимость расширения производства сельскохозяйственной продукции высокого качества обусловлена, с одной стороны, ростом численности населения, а следовательно потребления

продуктов питания, а с другой – рисками, связанными с изменениями климата и экосистем.

Большой сегмент в сельскохозяйственном производстве занимает культура риса, что обусловлено исключительно ценными пищевыми качествами его крупы, а также получением на его основе крахмала, рисового масла и других веществ, которые используются в фармацевтике, парфюмерно-косметической промышленности и других сферах человеческой деятельности [1]. Кроме того, отходы производства зерна широко применяются в качестве кормов в животноводстве, армирующих материалов, биотоплива, удобрений и др. [2].

Исходя из анализа современной ситуации, проведенного экспертами, в мире продолжают сокращаться запасы продовольствия, причем за 2007 г. глобальные запасы риса опустились на самый низкий уровень [3]. Производство риса не успевает за его потреблением, что привело к двукратному сокращению мировых запасов. Мировые экспортеры, опасаясь внутреннего дефицита риса, вводят ограничения или полный запрет на его поставки. «Рисовое эмбарго» планирует ввести Египет, а с 1 января 2008 г. пошлины на экспорт риса ввел Китай. В росте цен на продовольствие, в том числе и рис, обвиняют биотопливо, однако по данным Международного исследовательского института продовольственной политики оно дает от 25 до 33% роста цен на продукты. По данным ООН, эта цифра составляет 10-12%.

В настоящее время выделяют три основных кризиса: засуха в Австралии (один из крупных экспортеров зерновых), повышение роста цен на нефть и, наконец, бурный спрос на продовольствие в Китае, Индии, а также других странах мира, экономическое положение которых значительно улучшилось в последние годы [4]. При этом нельзя исключать локальные кризисы, в частности кризис, возникший в связи с усыханием Аральского моря и дефицитом воды [5]. Тем не менее в Узбекистане имеются все основания для заполнения внутреннего рынка продукцией рисосеяния, что обеспечивает и будет обеспечивать в дальнейшем потребности населения в этом продукте питания.

Возделывание риса в Узбекистане имеет давние традиции. За этот период времени накоплен огромный генетический материал, который позволяет создать высокопродуктивные сорта риса с различным вегетационным периодом, толерантные к различным неблагоприятным факторам окружающей среды. Наряду с этим разработаны комплексы агротехнических мероприятий и защиты растений для улучшения главных показателей этой культуры (высокая урожайность, уменьшение полегаемости, пустозерности, осыпаемости, массы 1000 семян, длины метелки и др.) [6]. Иными словами, в Узбекистане созданы практическая и теоретическая базы для развития рисосеяния, соответствующие по своему

уровню ведущим мировым центрам производства риса. Однако в последние годы из-за дефицита воды количество площадей, занятых под рис, резко сократилось. Учитывая важность возделывания этой культуры и риски, связанные с дефицитом воды, возникла необходимость использования малокультуренных почв и современных агротехнологий, способствующих получению высоких урожаев высококачественной, экологически чистой продукции и обеспечивающих потребности населения в ней.

Наряду с селекционной работой для достижения высоких урожаев культуры риса в мире широко используют макро- и микроудобрения, которые кроме всего прочего, способствуют повышению плодородия почв [7], причем исключительно важным является разработка таких систем удобрений, которые одновременно способствовали бы улучшению плодородия почв, максимальной усвояемости их растениями, исключению загрязнения экосистем и увеличению продуктивности возделываемой культуры. К таким удобрениям можно отнести биогумус, который, согласно многочисленным литературным данным, способствует существенному улучшению плодородия почв и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, являясь при этом экологически безопасным продуктом.

Особенно важным является использование органических удобрений, и в частности биогумуса, в почвах с низким содержанием гумуса и других органических веществ, определяющих плодородие земель, их структуру, водный и воздушный режимы [8]. В настоящее время в сельском хозяйстве широко применяется биогумус, который образуется при жизнедеятельности специальных дождевых червей (*Eisenia foetida* - красные калифорнийские черви). Они, потребляя навоз и другие отходы сельскохозяйственного производства, за короткое время переводят их в доступные питательные вещества, необходимые для роста и развития растений, улучшая буферность почвы и ее экологическое состояние. В состав биогумуса входят микро- и макроэлементы в количествах, превышающих содержание их по сравнению с другими органическими удобрениями в 15-20 раз. Впервые в Узбекистане в условиях рисовой системы проведены исследования по изучению влияния биогумуса на плодородие почв и их экологическое состояние, жизнедеятельность полезных почвенных микроорганизмов, рост, развитие культуры риса, величину и качество урожая, выявлены оптимальные дозы внесения биогумуса в почву.

Проведенные исследования позволили выявить динамику накопления в почве доступных растению форм азота, фосфора и калия, в том числе при совместном использовании минеральных удобрений и биогумуса, определить физиологические группы микроорганизмов и их

состав, которые в анаэробных условиях (весь вегетационный период культуры риса протекает в водной среде в условиях затопления чеков) способствуют переводу макроэлементов питания в доступные для растений формы, а также косвенно судить о периодах развития растений, при которых культура риса активно утилизирует макроэлементы питания. Кроме того, анализ проведенных исследований позволяет рекомендовать замену макроудобрений на различные комбинации с биогумусом, что способствует достижению экологической безопасности в регионах возделывания риса, связанной с исключением минерализации макроудобрений и повышения плодородия почв. Оптимальным является состав 6 т/га гумуса + 30 кг/га минерального азота. Также установлено, что биогумус в количестве 8 т/га полностью обеспечивает потребность растений в калии и фосфоре. При этом выявлено, что количественный состав бактерий по всем вариантам опыта и независимо от всех используемых питательных сред для идентификации бактерий, грибов и актиномицетов был существенно выше по сравнению с количеством грибов и актиномицетов в контроле. Совместное внесение в почву минеральных удобрений и биогумуса способствовало значительному увеличению количества бактерий, выделенных из почв после уборки урожая культуры риса. Вместе с тем количество грибов также незначительно возросло. Количественный состав актиномицетов существенно не изменился. На основании проведенных исследований разработаны технико-экономическое обоснование и рекомендации производству по использованию эффективных доз внесения биогумуса, способствующие улучшению биометрических показателей растений риса, качества зерна, увеличению урожайности культуры риса, повышению плодородия почвы на фоне снижения химической нагрузки на экосистему.

### Литература

1. Алешин Е.П. Рис / Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин. М., «Заводская правда», 1993. 504с.
2. Rice prices spiral upward; no end in sight //Rice Today. -IRRI, Metro Manila, Philippines, 2008 -№2.- С.5
3. Финансовые известия. <http://www.finiz.ru/economic/article1246704>
4. The Washington Post", USA. <http://www.inosmi.ru/translation/240893.htm>
5. Проблемы Арала, их влияние на генофонд населения, растительный и животный мир и меры международного сотрудничества для смягчения их последствий, 2008.
6. Шеуджен А.Х. . Агрохимия в России / А.Х. Шеуджен, В.Г. Сычев. Майкоп: Издательство «Афиша», 2006.-726с
7. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005.-1012с
8. Шеуджен А.Х., Органическое вещество почвы и методы его определения: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Н.Н.Нешадаим, Л.М.Онищенко; под ред. В.Т. Куркаева.- Майкоп: ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2007.-344 с.

И.А. Чугунова<sup>1</sup>, Ю.В. Красовицкий<sup>1</sup>, Е.В. Романюк<sup>1</sup>,  
Р.А. Важинский<sup>2</sup>, Н.Н. Лобачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Воронежская государственная технологическая академия

<sup>2</sup>Семилукский комбинат строительных материалов

## РЕГЕНЕРАЦИЯ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ

Наиболее распространенный способ удаления частиц из запыленных газовых потоков – фильтрование, при этом особое значение приобретает фильтрование через зернистые слои. Зернистые слои позволяют не только обеспечить предельно допустимые выбросы, но и организовать в отдельных производствах утилизацию отходов. Необходимым условием их успешного функционирования является эффективная регенерация [1].

Основной метод регенерации зернистых фильтров – обратная продувка запыленного слоя чистым воздухом. Продувка сопровождается вибрацией слоя.

Перспективной является регенерация ворошением и обратной продувкой, как это показано на рис.1. В этом случае пылегазовый поток сначала пропускают через циклон, где отделяются наиболее крупные фракции, а затем – через насыпной слой. При регенерации выдуваемая пыль последовательно проходит циклон регенерируемой смеси. Предварительная очистка газа в циклонах позволяет снизить концентрацию пыли на входе в насыпной слой и, следовательно, увеличить продолжительность фильтрования, уменьшить нагрузку на механизмы системы регенерации и повысить долговечность узлов фильтра [2].

На рис.1 представлены фильтры с различными способами регенерации насыпных зернистых слоев.

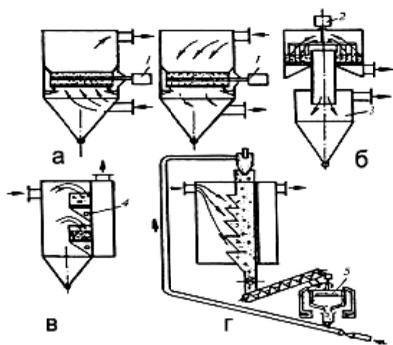


Рис.1. Схема различных способов регенерации зернистых слоев: а - вибровстряхиванием и обратной продувкой;

б - ворошением и обратной продувкой; в - псевдооживлением слоя;

г - с движущим слоем и регенерацией насыпного материала в отдельном устройстве; 1-вибратор; 2- устройство для вращения граблей; 3 –циклон; 4 – устройство для подачи импульсов сжатого воздуха; 5- устройство для сепарации насыпного материала.

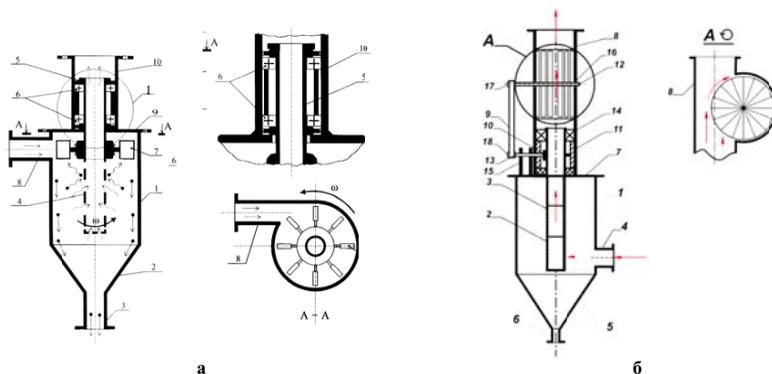


Рис. 2. Циклон-фильтр для очистки запыленных газов:

**а:** 1 – корпус; 2 – днище; 3 – штуцер для отвода пыли; 4 – выхлопная труба, частично изготовленная из металлокерамики; 5 – штуцер для отвода очищенного газа; 6 – подшипниковый узел; 7 – ветровое колесо; 8 – штуцер для подачи пылегазового потока;

9 – крышка; 10 – соединительный штуцер;

**б:** 1 – корпус; 2 – волокнистая прослойка; 3 – металлокерамический сборный патрон; 4 – вход запыленного газа; 5 – коническое днище; 6 – штуцер для удаления пыли; 7 – штуцер для отвода очищенного газа; 8 – ветряное колесо; 9 – ремень; 10 – ведущее колесо; 11 – ведомый диск; 12 – основной вал; 13 – вал установленный в подшипниках; 14, 15, 16 – подшипники; 17 – ведущий шкив; 18 – ведомый шкив

Для очистки газов с высокой концентрацией пыли хорошо зарекомендовали себя фильтры-циклоны со связанной структурой зернистого слоя, в которых регенерация осуществляется частично за счет вращающегося фильтрующего элемента (рис. 2а). На рис. 2б показан общий вид фильтра-циклона с вращающимся фильтрующим элементом, разработанного авторами [2].

Улавливание пыли из газов зернистыми фильтрами позволяет обеспечить утилизацию уловленного продукта без дополнительных затрат. Конструктивно эти аппараты просты, имеют низкие эксплуатационные расходы, надежны в работе и обеспечивают достаточно высокую степень очистки газов.

## Литература

1. Энергосберегающее пылеулавливание при производстве керамических пигментов по «сухому» способу./ В. А. Горемыкин, Ю. В. Красовицкий, С. Ю. Панов, А. В. Логинов / под науч. ред. к.т.н. В. А. Горемыкина и д.т.н., проф. Ю. В. Красовицкого. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 296 с.

2. Пат. № 2336954. Фильтр-циклон с вращающимся фильтрующим элементом для очистки газов / Д.Б. Трощенко, Г.В. Кольцов, И.Н. Дутов, Ю.В. Красовицкий, Е.В. Романок. – Опубл.27.10.2008. Бюл. № 30.

**Е.С. Чумадова, А.А. Исакина, А.В. Александрова**

Ивановский государственный химико-технологический университет

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ РАЗЛОЖЕНИЯ ФЕНОЛА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ**

В настоящее время наряду с тенденцией ухудшения качества природных вод повышаются требования к эффективности методов их очистки. К наиболее токсичным соединениям, поступающим в поверхностные воды с промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками, относятся органические соединения, окисление которых биохимически затруднено (например, фенолы, поверхностно-активные вещества - ПАВ). Известно множество деструктивных методов очистки сточных вод от органических соединений, но не все из них являются эффективными. Методы химии высоких энергий находят применение в процессах как водоподготовки, так и очистки воды. В частности использование поверхностно-барьерного разряда (ПБР) позволяет повышать качество воды, снижая концентрации органических соединений в десятки раз. Однако механизм процессов трансформации органических соединений в поверхностно-барьерном разряде еще не достаточно изучен, так как экспериментальные возможности определения концентраций ограничены и не дают скоростей процессов.

Целью работы было моделирование разложения фенола в водном растворе в ПБР, а также анализ процессов образования и гибели частиц, которые могут происходить в растворе под воздействием разряда.

Эксперименты проводились на установке, описанной в [1]. В качестве плазмообразующего газа использовался технический кислород, расход которого был постоянным и равным  $3,2 \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}$ . ПБР возбуждался от высоковольтного трансформатора (переменный ток с частотой 50 Гц), величина приложенного к электродам напряжения составляла 16 кВ. В качестве модельного загрязнителя использовался раствор фенола с начальной концентрацией 5 мг/л.

Экспериментально установлено, что с увеличением времени контакта модельного раствора с ПБР от 0 до 200 секунд концентрация фенола снизилась до 0,02 мг/л.

В наиболее полном виде сводка процессов, которые могут протекать в растворе фенола, представлена в работе [2]. Эти результаты приведены в табл 1.

Таблица 1

Процессы и их кинетические характеристики

Номер	Реакция	lgK
1	$H_2O \rightarrow H + OH$	-8.34
2	$H_2O \rightarrow H^+ + OH + e$	-7.58
3	$e + H_2O_2 \rightarrow OH + OH^-$	10.11
4	$e + HO_2^- + H_2O \rightarrow OH + 2OH^-$	7.80
5	$H + H_2O_2 \rightarrow OH + H_2O$	7.70
6	$H + H_2O \rightarrow OH + H_2$	10
7	$O^- + H_2O \rightarrow OH + OH^-$	-6.03
8	$OH + H_2O_2 \rightarrow HO_2 + H_2O$	7.43
9	$OH + H_2 \rightarrow H + H_2O$	7.59
10	$OH + O_2^- \rightarrow O_2 + OH^-$	10
11	$OH + HO_2 \rightarrow H_2O + O_2$	10
13	$OH + OH^- \rightarrow H_2O + O^-$	10.11
14	$OH + O^- \rightarrow HO_2^-$	10.3
15	$OH + HO_2^- \rightarrow HO_2 + OH^-$	9.88
16	$e + OH \rightarrow OH^-$	10.48
17	$OH + H \rightarrow H_2O$	9.85
18	$OH + ArOH \rightarrow Ar(OH)_2^*o$	9.85
19	$OH + ArOH \rightarrow Ar(OH)_2^*п$	8.48
20	$OH + Ar(OH)_2o \rightarrow PR8$	10.04
21	$OH + Ar(OH)_2п \rightarrow PR9$	9.85
22	$e + H^+ \rightarrow H$	10.36
23	$e + H_2O \rightarrow H + OH^-$	-4.75
24	$H + O_2 \rightarrow HO_2$	10.08
25	$H + O_2^- \rightarrow HO_2^-$	10.30
26	$H + H \rightarrow H_2$	9.70
27	$H + OH^- \rightarrow e + H_2O$	7.34
28	$e + H_2O + H \rightarrow H_2 + OH^-$	8.79
29	$H + HO_2 \rightarrow H_2O_2$	10.30

30	$\text{HO}_2 + \text{HO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$	5.93
31	$\text{HO}_2 + \text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 + \text{OH}^-$	6.24
32	$\text{H}^+ + \text{HO}_2^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	10.42
33	$\text{O}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	8.60
34	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{H}^+$	-1.43
35	$\text{HO}_2 \rightarrow \text{O}_2^- + \text{H}^+$	-4.10
36	$\text{O}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HO}_2$	10.7
37	$2 \text{e} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	6.25
38	$\text{e} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2^-$	10.28
39	$\text{e} + \text{O}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^-$	8.60
40	$\text{O}^- + \text{HO}_2^- \rightarrow \text{O}^{2-} + \text{OH}^-$	8.60
41	$\text{O}^- + \text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	7.03
42	$\text{e} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2^{2-}$	10.11
43	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{OH} + \text{OH}$	-8.45
44	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} \rightarrow \text{ArOH} + \text{Ar}(\text{OH})_2\text{II} + \text{H}_2\text{O}$	8.7
45	$\text{O}^- + \text{H}_2 \rightarrow \text{H} + \text{OH}^-$	7.9
46	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} \rightarrow \text{ArOH} + \text{Ar}(\text{OH})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	8.7
47	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{ArO} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$	8.0
48	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} + \text{H}^+ \rightarrow \text{ArO} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$	9.0
49	$\text{ArO} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} \rightarrow \text{PR5}$	8.7
50	$\text{ArO} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} \rightarrow \text{PR6}$	8.7
51	$\text{ArO} + \text{ArO} \rightarrow \text{PR7}$	9.0
52	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} \rightarrow \text{PR3}$	8.7
53	$\text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} \rightarrow \text{PR4}$	8.7
54	$\text{ArO} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} \rightarrow \text{ArOH} + \text{Ar}(\text{OH})_2\text{II}$	8.7
55	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	11.17
56	$\text{O}_2 + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} \rightarrow \text{PR14}$	9.18
57	$\text{ArO} + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{O} \rightarrow \text{ArOH} + \text{Ar}(\text{OH})_2\text{O}$	8.70
58	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0.5\text{H}_2 + 0.5\text{H}_2\text{O}_2$	-5.70
59	$\text{O}_2 + \text{Ar}(\text{OH})_2^*\text{II} \rightarrow \text{PR15}$	9.18
60	$\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	7.43
61	$\text{ArO} + \text{HO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$	9.0
62	$\text{HO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{OH} + 2\text{O}_2$	6.08
63	$\text{HO}_2 + \text{ArOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{ArO}$	7.3
64	$\text{ArOH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{PR1}$	2.8
65	$\text{ArOH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{PR2}$	2.8
66	$\text{ArOH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ArO} + \text{OH} + \text{O}_2$	2.8
67	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + \text{OH} \rightarrow \text{PR10}$	9.08
68	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{PR11}$	2.9
69	$\text{Ar}(\text{OH})_2\text{II} + \text{O}_3 \rightarrow \text{PR12}$	3.58
70	$\text{Ar}(\text{OH})_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{PR13}$	3.54
71	$\text{OH} + \text{O}_3 = \text{HO}_2 + \text{O}_2$	7.6
72	$\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$	-3.18
73	$\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2$	-0.98
Примечание: lgK-десятичный логарифм константы скорости в л/(с×моль), л <sup>2</sup> /(с×моль <sup>2</sup> ) или с <sup>-1</sup>		

Система обыкновенных жестких дифференциальных уравнений, описываемая реакциями табл.1, решалась методом Гира 5-го порядка с относительной точностью 1%. Использовалась программа, описанная в работе [3].

Концентрация озона измерялась экспериментально [4].

По гипотезе PR1 –непредельная двухосновная кислота  $\text{HO}-(\text{O}=\text{C})-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{C}=\text{O})-\text{OH}$ , а R2-альдегидо-кетон-непредельная кислота  $\text{HO}-(\text{O}=\text{C})-\text{CH}=\text{CH}-(\text{C}=\text{O})-\text{CH}_2-\text{COOH}$ . PR3, PR4 – димеры, PR5, PR6, PR7 – продукты, PR8-PR11 – открытие кольца. Выяснено, что основными активными частицами, участвующими в окислении фенола являются радикалы  $\text{OH}^\cdot$  и  $\text{HO}_2^\cdot$ , а участие озона малосущественно. Концентрации фенола, полученные экспериментально и рассчитанные по предложенной модели, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Концентрация фенола (мг/л) в зависимости от времени обработки раствора в ПБР

Время, с	6	12	18	25	200
Концентрация расчет	3.95	2.73	1.88	1.13	0.02
Концентрация эксп	4.23	2.82	1.88	0.8	0.02

### Литература

1. Бубнов, А.Г. Кинетика плазмохимической деструкции органических соединений, содержащихся в сточных водах / А.Г. Бубнов, В.И. Гриневич, Н.А. Кувыкин, О.Н. Маслова // ХВЭ. – 2004. – Т. 38. – № 1. – С. 44 - 49.
2. Goumonpre D.R. et.al. // Chemikal Engineering Journal. -2001. -V.82. Ussue 1-3. -P. 189.
3. Полак, Л.С. Вычислительные методы в химической кинетике. /Л.С. Полак, М.Я. Гольденбарг, А.А.Левицкий. -М.: Наука, 1984. -280 с.
4. Бубнов, А.Г. Применение барьерного разряда для очистки воды от фенола. Тепловые характеристики реактора / А.Г. Бубнов, В.И. Гриневич, О.Н. Маслова, В.В. Рыбкин // ТОХТ. -2007. -Т. 41. -№4. -С.420-425.

**Р.К. Шадманов, И.Н. Рубан, Н.Л. Воропаева, М.Д. Шарипов,  
Ю.Б. Саимназаров**

Узбекский научно-исследовательский институт риса,  
ООО «БИОНАНОТЕХ», Узбекистан, Ташкент

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ ОКРУЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Изменения, возникающие в экосистемах, под воздействием резко меняющихся факторов окружающей среды, играют большую роль в вопросах адаптации живых организмов к стрессам, нарушения равновесия в экосистемах и биоценозах. При этом до конца не ясно, к чему будет сведен этот процесс, и каким образом можно прогнозировать ситуации с точки зрения выгоды хозяйственно-полезной деятельности человека в целом и, в частности, какие меры можно применять для восстановления некоего баланса в измененных условиях функционирования живых систем. Далеко не ясно, какие биологические процессы необходимо изучать как ключевые в формировании нового мировоззрения и принятия решений, объясняющих сегодняшнюю ситуацию и прогнозирующих дальнейший ход ее развития. Не ясным является и то, какой методологией необходимо пользоваться для понимания происходящих процессов, и какое методическое оформление при этом могло бы быть адекватным в современной ситуации. Например, достаточным ли будет анализ реальности и его интерпретация с точки зрения функционирования живых систем (растений) в новых условиях, компьютерное моделирование самих биологических систем или моделирование внешних и внутренних факторов, лежащих в основе микроэволюционных процессов растений, а также использование других методов и технологий.

Мы полагаем, что происходящие изменения прослеживаются на всех иерархических уровнях (клеточном, организменном и популяционном), что, безусловно, является сложной задачей, решение которой может быть под силу только хорошо оборудованным научным центрам. Мы также понимаем, что даже определенный вклад в решение общей задачи является научно обоснованным, весьма актуальным, имеющим практический результат в виде рекомендаций по повышению устойчивости растений к экологическим вызовам с сохранением хозяйственно-ценных признаков.

Вместе с тем известно, что в ходе микроэволюционных процессов, происходящих в растениях (изменчивость под влиянием внешних факторов воздействия), можно выделить признаки, обеспечивающие

толерантность растений к засухе, засолению, воздействию микроорганизмов – патогенов и т.д. В том числе можно выделить толерантные к неблагоприятным факторам окружения формы растений. Для этого необходимо разработать систему отбора этих признаков, выделение устойчивых растений, размножение отобранного семенного материала и его использование. Адекватным методом является разработка биохимических маркеров для отбора ценных признаков растений.

Нами проводится выбор биохимических маркеров для отбора биотипов сельскохозяйственных растений (риса, сои, маша, пшеницы и др.), обладающих комплексом хозяйственно-полезных признаков (скороспелость и т.п.) и устойчивых к неблагоприятным факторам окружения (к воздействию фитопатогенов в популяциях растений, засолению, засухе и др.), а также выявляются корреляции между отобранными маркерами и устойчивостью растений к стрессовым факторам окружающей среды.

В отличие от манипуляций на геномном уровне, которые весьма сложны, дорогостоящи, длительны и не всегда дают положительный результат в силу известных взаимодействий генов между собой (плейотропия, хромосомная корреляция и др.), в данной технологии используется конечный этап этих процессов, прямо или косвенно связанный с проявлением того или иного признака. В основе этого подхода используются биохимические маркеры, функционально связанные с проявлением многих полезных признаков (скороспелость, повышенное содержание масла в семенах, толерантность к патогенам, засолению, заморозкам, засухе и др.). Используя данную технологию, можно быстро выделять и далее размножать необходимые генотипы. Поскольку вся работа ведется на уровне семян, технология позволяет быстро выявлять и далее только размножать желаемые генотипы. Это дает возможность вдвое-втрое ускорить процесс селекции новых сортов, а также улучшать существующие сорта. Получаемые линии во всех случаях характеризуются высокой морфологической однородностью и положительной корреляцией физиологических признаков.

Предлагаемый метод маркер-ассоциированной селекции основан на идентификации адаптивных биотипов (генотипов) из популяций сельскохозяйственных культур по смаркированным признакам, что позволяет уже на уровне семян в короткие сроки делать отбор их по многим признакам в отдельности или по большинству их в одном генотипе. При этом каждый признак смаркирован по ферментам или отдельным белкам семян, которые имеют прямое или косвенное отношение к проявленным признакам. Преимущества такого метода повышения толерантности растений к неблагоприятным факторам очевидны. Это, прежде всего, исключение случайности. Кроме того, имея

дело с семенами, поскольку отбор ведется на уровне семян, работу по отбору можно вести в течение всего года, размножая растения в зимний период в теплицах. Помимо всего прочего, это существенная экономия времени. И, наконец, подобный прием можно использовать практически на всех культурных растениях.

**А.Ш. Шарафиев, Д.У. Юнусова, Ч.Н. Гисматулин**

ДГП «Республиканский научно-исследовательский центр по проблемам безопасности в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, микробиологической, химико-фармацевтической и пищевой промышленности», Казахстан, г.Шымкент

### **О МЕТОДАХ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ**

Известно, что снижение вредных выбросов в атмосферу является одной из актуальных задач экологического обеспечения химических предприятий. Проблема очистки фосфорсодержащих газов с целью последующей утилизации фосфора является весьма актуальной как для промышленности РК, так и для всего мирового сообщества. В химической промышленности при производстве фосфора и его различных соединений образуются токсичные вещества, включающие в свой состав соединения фосфора, азота, углерода, мышьяка, фтора, серы и др., которые по санитарным требованиям подлежат очистке перед выбросом в атмосферу. Концентрация этих ядовитых веществ в указанных выбросах превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 5-15 раз, что оказывает негативное влияние на здоровье населения и деградацию окружающей природной среды.

Применительно к очистке газа от фосфина эта проблема возникла впервые при производстве ацетилена [1]. Присутствующий, как правило, в карбидном ацетиле фосфин отравляет катализаторы использования фосфина в химическом синтезе. Фосфин является токсическим компонентом в отходящих газах фосфорного производства, а также при утилизации стоков и производстве фосфорных удобрений. Одной из важнейших задач в решении проблемы снижения выбросов в атмосферу является удаление фосфина из отходящих газов фосфорного производства, поскольку он, с одной стороны, является ядовитым газом, а с другой стороны, окислением фосфина в реакторе с катализатором можно получить слабую (5-9%) ортофосфорную кислоту.

В современных условиях значительного антропогенного воздействия на окружающую среду становится актуальным поиск наиболее эффективных и экономичных методов очистки промышленных выбросов. Существенно, что в системах очистки промышленных газов вредные примеси присутствуют, как правило, в низких концентрациях, поэтому необходимо обеспечить высокую степень очистки при малых расходах по жидкости и высоких расходах по газу. В химическом производстве для очистки газов от фосфина применяли разбавленные растворы гипохлорита натрия или концентрированную серную кислоту. Однако и в том, и в другом случае требуется громоздкое специальное аппаратное оформление для приготовления исходного раствора и последующего поддержания постоянной ПДК. К тому же для обеспечения необходимой степени очистки требуются очень большие расходы адсорбента. Достаточно широкое распространение получила также каталитическая адсорбция фосфина [2]. Однако применение жидких адсорбентов и гомогенных катализаторов, несмотря на возможность достижения глубокой очистки, требует значительного усложнения аппаратного оформления и технологической схемы процесса. Вследствие этого гомогенные катализаторы и адсорбционный метод очистки не нашли применения в фосфорной отрасли. В качестве гетерогенных катализаторов окисления фосфора и фосфина наиболее оптимальными оказались гранулированные катализаторы с носителями на основе активных углей. Для повышения их кислотоустойчивости и спекания при грануляции катализатора вводилось различное количество жидкого стекла. В качестве активной фазы использовался палладий. Этот выбор обосновывается тем, что металлы платиновой группы, в состав которой входит палладий, проявляют достаточную активность и стабильны в реакциях окисления фосфора и фосфина.

Так, для очистки отходящих газов в производстве минеральных удобрений, фосфора и фосфорных соединений используют различные конструкции газоочистного оборудования – каталитические реакторы, аппараты пенного типа, оборудованные мелкодырчатыми провальными тарелками, распылительные колонны и другое оборудование. В связи с многообразием требований, предъявляемых к колонным, в том числе газоочистным аппаратам, трудно выбрать показатель или группу показателей, являющихся приоритетными применительно к конкретному производству. По этой причине на практике проводят сравнительный анализ по ряду наиболее важных показателей. Применительно к газоочистному оборудованию такими показателями обычно являются эффективность очистки, энергетические затраты, сложность изготовления, расход поглотителя, надежность работы и т.д.

На рис. 1 приведена принципиальная схема установки, на которой были проведены экспериментальные исследования. Первая серия экспериментов была посвящена определению кинетических характеристик, которые необходимы при расчете каталитического реактора. Константы скорости реакции определялись по опытным данным по окислению фосфина в диапазоне изменения температуры опыта от 293 до 343К.

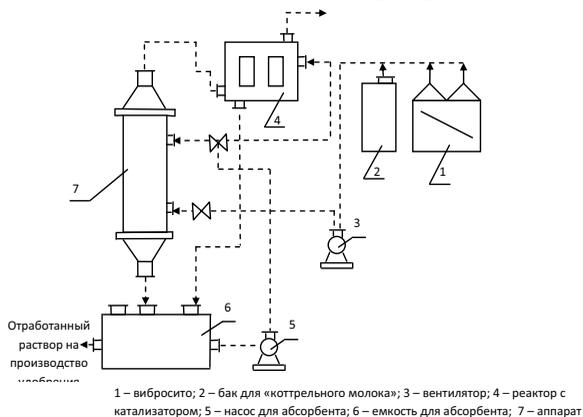


Рис. 1. Принципиальная схема установки по очистке газов

Установлено, что с ростом температуры процесс окисления резко интенсифицируется (рис. 2). Так, при 283К степень окисления составляла 15,4%, а при температуре 343К степень окисления достигает 97%.

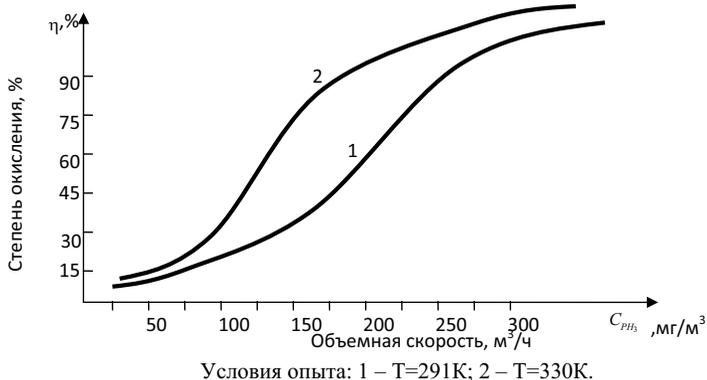


Рис. 2. Зависимость степени окисления фосфина от его концентрации

## Литература

1. Очистка газов в производстве фосфора и фосфорных удобрений / Э.Я. Тарат, О.С. Воробьев, О.С. Балабеков и др. – Л.: Химия, 1979. – 208 с.
2. Разработать и внедрить аппаратно-технологическую схему очистки аспирационных газов от фосфина: отчет о НИР (промежуточ.) / КазНИИГипрофосфор. – Чимкент, 1981. - 52 с. - Инв. №02823011226.

**А.В. Штыкина, О.С. Кукурина, В.Т. Новиков**

Томский политехнический университет

### **ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ**

Фосфорорганические пестициды на сегодняшний день являются одними из широко применяемых пестицидных препаратов. Они используются в сельском хозяйстве в качестве инсектицидов, акарицидов, дефолиантов, гербицидов и др. Кроме того, фосфорорганические пестициды имеют структуру, близкую к структуре фосфорорганических боевых отравляющих веществ, обладающих нервно-паралитическим действием.

В настоящее время отсутствуют экологически безопасные методы обезвреживания некондиционных товарных форм фосфорорганических пестицидов. Существующие методы, такие как захоронение, плазмохимическое разрушение и сжигание, не совершенны и имеют ряд недостатков. Так, сжигание и плазмохимическое разрушение органических веществ приводят к образованию диоксинов. Захоронение опасно возможным проникновением загрязняющих веществ в объекты окружающей среды. Кроме того, захоронение нельзя относить к методам обезвреживания отходов.

Предложены различные варианты жидкофазного окисления токсичных отходов с использованием различных окислителей. Перспективным методом обезвреживания высококонцентрированных токсичных отходов является метод комбинированного жидкофазного и электрохимического окисления. Способ заключается в том, что вредные вещества приводятся в контакт с жидкой фазой, где путем анодного окисления непрерывно синтезируются окислители (озон, кислород, моно- и надсерные кислоты, пероксид водорода), которые окисляют органические вещества полностью до углекислого газа и воды. В качестве жидкой фазы выступают водные растворы серной кислоты и её солей.

В работе использовались товарные пестициды: «Глифосат», «Карбофос», «Базудин».

Известно, что процессы окисления фосфорорганических соединений озонем, пероксидом водорода, хлором, микроорганизмами протекают с образованием различных продуктов окисления органических фрагментов и фосфат-ионов. Для контроля деструкции органической составляющей пестицидов использовали метод химического потребления кислорода (ХПК) с использованием рН-метра – ЭКОТЕСТ-120. Данный метод отражает суммарное содержание органического углерода, что является наиболее эффективным методом аналитического контроля обезвреживания органических смесей (в особенности неизвестного состава).

Образование фосфат-ионов при окислении исследуемых растворов определяли по интенсивно окрашенному синему соединению, образуемому при взаимодействии фосфат-ионов с молибдатов аммония в присутствии восстановителя (аскорбиновой кислоты) в кислой среде.

Согласно экспериментальным данным (табл. 1) на окисление пестицидов с начальной концентрацией 64-130 мг/л необходимо 240 минут.

Таблица 1

Степень деструкции пестицидных препаратов в ходе электролиза (Т=325 К, плотность тока D=0,12 А/см<sup>2</sup>, концентрация серной кислоты – 10%)

Пестицид	Степень деструкции при электролизе, %						
	30 мин	60 мин	90 мин	120 мин	180 мин	210 мин	240 мин
Карбофос	23,7	35,8	54,8	73,3	91,4	99	-
Глифосат	78,4	86,6	95,2	97,8	-	98,4	100
Базудин	8,3	16,7	56,2	83,3	91,7	96,1	100

Так как реакция окисления проводится при недостатке окислителя, то реакция окисления пестицидов протекает по псевдопервому порядку.

Константы скорости разложения органических фрагментов вещества ( $k_1$ ) и константы скорости образования фосфат-ионов ( $k_2$ ) при окислении пестицидов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения констант скорости деструкции пестицидов

Пестицид	Константы, характеризующие процесс разложения пестицидов	
	$k_1 \cdot 10^2, \text{сек}^{-1}$	$k_2 \cdot 10^2, \text{сек}^{-1}$
Карбофос	$4 \pm 1,3$	$2,1 \pm 0,2$
Глифосат	$1,6 \pm 0,02$	$1,9 \pm 0,5$
Базудин	$2,4 \pm 0,06$	$1,83 \pm 0,08$

Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что комбинированный метод жидкофазного и электрохимического окисления применим для обезвреживания некондиционных товарных форм фосфорорганических пестицидов. Данный метод имеет ряд преимуществ: процесс окисления протекает в мягких условиях – низкая температура, атмосферное давление; не требует дорогостоящих реагентов и материалов, исключает образование вторичных токсичных загрязнителей, прост в эксплуатации, позволяет обезвреживать смеси неизвестного состава. Также следует отметить, что установка для обезвреживания может быть мобильной, что позволит избежать аварийных ситуаций при транспортировке отходов к месту их обезвреживания.

**А.И. Ямчук, М.Р. Тарасевич, В.Г. Систер**

Учреждение Российской академии наук Институт физической химии  
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ RU**

За последнее десятилетие потребление энергии в мире увеличилось почти в 15 раз – с 21 до 320 экодж (1 экодж =  $27 \times 10^6 \text{ м}^3$  нефти). В качестве первичных источников используются нефтепродукты (34,9%), уголь (23,5%), природный газ (21.1%), ядерное топливо (6,8%) и возобновляемые источники - ветер, солнце, гидро- и биотопливо (13,7%). Использование в качестве первичных источников энергии ископаемого топлива привело к тому, что за 50 лет выбросы углекислого газа в атмосферу возросли в 4.5 раза [1]. Кроме того, эти источники ограничены. Следовательно, одной из основных задач современной энергетики является поиск путей преодоления возникших экологических проблем путем создания экологически безопасных технологий и техники.

Учитывая запросы современной экономики, наиболее значимым является создание стационарных и резервных установок для производства электроэнергии и тепла на основе топливных элементов (ТЭ), а также энергоустановок на основе ТЭ для транспортных средств и портативных электронных приборов. Хотя ТЭ различных конструкций уже давно используются на практике, разработка ТЭ новых типов (более дешевых, миниатюрных, более энергоемких, использующих новые виды топлива, работающих в широком диапазоне температур, включая и отрицательные) является важной задачей. В настоящее время низкотемпературные топливные элементы с протонпроводящим полимерным электролитом,

предназначенные для транспортного, стационарного или портативного применения, используют исключительно платиновый катализатор. Это создает значительные трудности их расширенного применения, что обусловлено увеличением рыночной стоимости платины. Кардинальным решением вопроса является отказ от использования платины и замена ее электрокатализаторами на основе палладия и рутения, стоимость которых существенно ниже стоимости платины. При этом, однако, удельная активность и устойчивость к деградации должны мало уступать системам на основе платины.

В соответствии с поставленными задачами проводятся исследования по созданию катализатора на основе рутения для реакции электровосстановления кислорода. Известно, что монокатализатор проявляет достаточно низкую активность в реакции восстановления кислорода из-за образования оксидной пленки в области потенциалов восстановления кислорода [2]. Поэтому в состав катализатора дополнительно вводится второй компонент. В качестве второго компонента при синтезе были использованы металлы Ni, Co, Fe, V.

Прекурсорами при синтезе служили гидраты солей металлов, углеродным носителем – сажа XC-72 (Vulcan). В качестве комплексообразователя использовали 1,3-пропилендиамин (Aldrich). Суммарное содержание металлов составляло от 20 до 30 мас. %.

В результате изучения влияния температуры синтеза каталитических систем на их активность в реакции восстановления кислорода в интервале от 400 до 800 °С было показано, что оптимальная температура термообработки в атмосфере аргона составляет 600 °С.

Электрохимические измерения проводили методом вращающегося дискового электрода (ВДЭ), катализатор наносили в виде «каталитических чернил». Все измерения выполнены в трехэлектродной ячейке с разделёнными электродными пространствами.

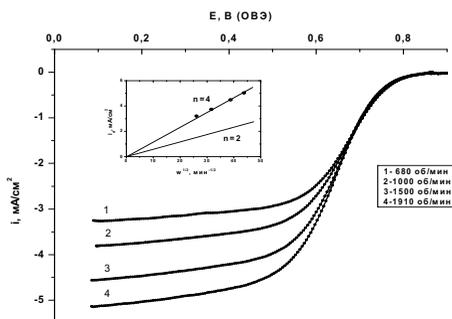
Проведенное исследование влияния природы второго компонента синтезированной системы RuM/C при общем содержании металлов 20 мас.% на электрокаталитическую активность показало, что наименьшей активностью в реакции восстановления кислорода обладает катализатор RuV/C, а характеристики системы RuFe/C заметно снижаются в процессе измерений. Поэтому для дальнейшей оптимизации были выбраны каталитические системы RuCo/C и RuNi/C. Оптимизация проводилась путем дополнительного прогрева катализатора в атмосфере водорода при температуре 350 °С. Согласно многочисленным исследованиям [3-5], модифицирование селеном монокатализатора приводит к повышению активности системы. Поэтому дополнительно проводилось изучение влияния введения в систему в качестве третьего компонента селена. Результаты представлены в таблице.

Следовательно, наибольшую активность в реакции восстановления кислорода проявляют катализаторы, синтезированные при последовательной термообработке в атмосфере аргона, а затем в атмосфере водорода (строки 3 и 5). При этом повышение содержания металлов на носителе не приводит к существенному изменению удельной активности. В отличие от этого при замене части селената кобальта на сульфат кобальта для сохранения соотношения компонентов 2:1:0,5 (строка 4) активность заметно снижается.

Характеристики катализаторов RuCo/C и RuCoSe/C (синтезированные с использованием прекурсора селена CoSeO<sub>4</sub>). 0.5 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 60 °С. ВДЭ, ω=1530 об/мин. Скорость развертки потенциала 5 мВ/с

Катализатор, (соотношение Ru:Co:Se), %мас. металлов, условия синтеза	E <sub>ст</sub> , В	i, mA/cm <sup>2</sup> E=0.7 В	i, mA/мг <sub>кат</sub> E=0.7 В
RuCo/C (2:1), 20%, (600°C, Ar)	0.86	0.50	5.0
RuCoSe/C (2:1:1), 20%, (600°C, Ar)	0.90	1.12	11.2
RuCoSe/C (2:1:1), 20%, (600°C, Ar + 350°C, H <sub>2</sub> )	0.91	2.16	21.6
RuCoSe/C (2:1:0.5), 20%, (600°C, Ar + 350°C, H <sub>2</sub> )	0.90	1.38	13.8
RuCoSe/C (2:1:1), 30%, (600°C, Ar + 350°C, H <sub>2</sub> )	0.90	2.14	21.4

На рисунке представлены типичные поляризационные кривые, полученные в модельных условиях на катализаторе RuCoSe/C при соотношении компонентов 2:1:1. Как показано, число электронов, участвующих в реакции, близко или равно 4, что указывает на преимущественное восстановление кислорода до воды без промежуточного образования пероксида водорода.



Поляризационные кривые электровосстановления кислорода на тонкослойном ВДЭ с катализатором RuCoSe/C (Ru:Co:Se=2:1:1) при различных скоростях вращения электрода. На вставке: зависимость предельного тока от  $\omega^{-0.5}$ , пунктир – теоретическая зависимость, соответствующая 4-х электронному восстановлению кислорода до воды; точки – экспериментальные данные при E=0.2 В. 0.5 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 60°C, атмосфера – кислород

Сопоставление полученной системы с литературными данными [2-5] показало, что разработанный катализатор на основе рутения имеет более высокую активность в реакции восстановления кислорода. Однако предполагается проводить дальнейшую работу по их оптимизации, так как синтезированные каталитические системы по удельной активности пока уступают моноплатиновым катализаторам.

#### Литература

1. Месяц Г.А. Россия делает ставку на водородную энергетику / Г.А. Месяц // Поиск. 2004. №14.
2. Lingyun Liu, J.-W. Lee, Branko N. Popov // J. Power Sources. 2006. V.162. P.1099.
3. Gang Liu, Huamin Zhang, Jingwei Hu // Electrochem. Commun. 2007. V.9. P.2643.
4. Zaikovskii V.I., Nagabhushana K.S, Kriventsov V.V., Loponov K.N., Cherepanova S.V., Kvon R.I., Bonnemann H., Kochubey D.I, Savinova E.R. // J.Phys.Chem. 2006. V.110. P.6881.
5. Cao D.X., Wieckowski A., Inukai J., Alonso-Vante N. // J. Electrochem. Soc. 2006. V.153(5). P.869

**С.С. Попова, Т.Г. Дмитриенко, А.С. Узбякова, Е.В. Ченцова,  
А.И. Горшков**

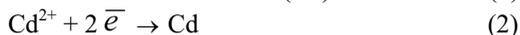
Энгельский технологический институт  
Саратовского государственного технического университета

### **ПОВЕРХНОСТНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОАРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РЕАКЦИЯХ КАТОДНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ – АНОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ КАДМИЯ И ЕГО СПЛАВОВ НА МЕДНОМ ЭЛЕКТРОДЕ**

Кадмий, являющийся опасным экотоксикантом и отходом производства никель-кадмиевых источников тока представляет большую опасность для окружающей природной среды. В результате проблема поиска методов очистки от кадмия и его соединений в настоящее время очень актуальна. Одним из перспективных решений данного вопроса является электрохимическое осаждение на различных электродах. Для повышения эффективности данного метода возможно применение различных поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также подбор наиболее оптимальных параметров протекания процесса и управление ими.

В данной работе нами изучалась эффективность электроосаждения кадмия на медном электроде с применением селеносодержащих

соединений в качестве ПАВ. Предварительные исследования показали, что электровыделение кадмия на медном электроде протекает в две стадии:



которым на  $i, t$  – кривых отвечают две площадки тока. На начальном этапе образуется интерметаллическое соединение  $\text{CdCu}_2$ . Скорость реакции (1) характеризуется более высокой плотностью тока и не зависит от концентрации раствора в интервале 0,5 – 1,5 моль/л. Последующий анализ состояния поверхности электродов с помощью метода анодной хронопотенциометрии показал, что в 1,5 М растворе  $\text{CdSO}_4$  наиболее затруднена стадия растворения сплава  $\text{CdCu}_2$ .

По-видимому, высокая концентрация ионов кадмия в растворе затрудняет их переход из сплава в раствор. Построение зависимости

$\lg i - \frac{1}{\Delta E_{кр}}$  показало, что реакция (1) в анодном направлении протекает

по двумерному механизму путем послойного снятия сформированного осадка. Величина  $\Delta E_{кр}$  практически не зависит от введения ПАВ в раствор  $\text{CdSO}_4$ , но пик потенциала появляется позже и меняется переходное время  $\tau$  процесса анодного растворения кадмия. Потенциал реакции (задержка на  $E, t$  – кривой) оказывается весьма чувствительным к концентрации ПАВ при введении в раствор  $\text{CdSO}_4$  добавок  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . В первом случае при изменении содержания ПАВ от  $10^{-6}$  до  $10^{-3}$  моль/л потенциал задержки в ходе анодной  $E, t$  – кривой смещается от  $-0,20$  до  $-0,45$  В, а в случае добавки  $\text{H}_3\text{BO}_3$  фиксируется в области  $-0,15 \dots -0,30$  В. Значительно сокращается переходное время  $\tau$  процесса. В выбранном интервале концентраций ПАВ ( $10^{-6} \div 10^{-3}$  моль/л) оно соответственно составило:

$\text{CdSO}_4$ (ПАВ)	$\text{CdSO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$ (ПАВ)	$\text{CdSO}_4 + \text{H}_3\text{BO}_3$ (ПАВ)
1500 - 2160	1360 - 1800	900 - 1300

Таким образом, адсорбция ПАВ на поверхности осадка оказывает на него стабилизирующее действие и затрудняет его переход в раствор. Исследование влияния ПАВ ионогенного гетероциклического строения, содержащего селен в качестве гетероатома на процесс электровыделения и анодного растворения кадмия на  $\text{Cu}$  электроде в растворе состава 1М  $\text{CdSO}_4 + 0,6\text{M NH}_4\text{Cl} + 0,5 \text{M H}_3\text{BO}_3$  в потенциостатическом режиме ( $E_k = -0,9$  В) показало, что значительное влияние на скорость процесса оказывает природа аниона гетероароматической соли (таблица).

Обнаруженный эффект требует дополнительного самостоятельного исследования, например, на уровне определения энергии активации электропроводности и вязкого течения, сопоставления с энергией активации

процесса образования и роста зародышей фазы Cd(Cu) в исследуемых растворах.

Полученные данные позволили предположить, что в стационарных условиях адсорбирующиеся на электроде катион - радикалы селенопирилия участвуют в реакции катодного внедрения кадмия и встраиваются в структуру медного электрода с образованием сплава типа  $Cd_xSe_yCu$ .

Исследование электрохимического поведения образующейся фазы методом анодной хронопотенциометрии в интервале плотностей анодного тока 25...100 мА/см<sup>2</sup> показало, что с увеличением плотности анодного тока потенциал задержки на E – t – кривых становится менее отрицательным и уменьшается переходное время процесса.

Влияние концентрации 4Н – селенопирана (I), трибромцинка 2,4,6–трифенилселенопирилия (II), перхлората 2,4,6 – трифенилселенопирилия (III) и плотности тока на кинетические характеристики процесса анодного растворения Cd из Cu(Cd)-электрода в растворе 1 моль/л CdSO<sub>4</sub> + 0,5 моль/л H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> + 0,6 моль/л NH<sub>4</sub>Cl

С <sub>ПАВ</sub> , моль/л	i <sub>p</sub> , мА/см <sup>2</sup>			τ <sub>перех</sub> , с			$\sqrt{i\tau}$ , $\sqrt{\frac{mA \cdot c}{cm^2}}$			-E <sub>исх</sub> , В			ΔE <sub>кр</sub> , В		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10 <sup>-3</sup>	30	30	20	1347	1438	2935	201	208	242	0,65	0,64	0,62	0,2	0,20	0,15
	35	35	30	2176	1562	1232	276	234	192	0,65	0,64	0,62	0,24	0,21	0,16
	40	40	40	1230	1618	1898	222	254	276	0,60	0,64	0,63	0,21	0,24	0,26
	45	60	60	1736	1617	1194	279	311	268	0,65	0,64	0,64	0,27	0,29	0,05
10 <sup>-4</sup>	25	30	25	1527	501	1969	262	126	222	0,64	0,64	0,63	0,23	0,21	0,18
	30	35	35	1464	1404	1268	210	222	211	0,64	0,64	0,62	0,20	0,22	0,16
	35	40	30	2622	1564	1352	303	250	201	0,64	0,64	0,63	0,28	0,24	0,16
	45	45	100	1258	1258	1780	177	238	422	0,64	0,64	0,55	0,12	0,22	0,26
10 <sup>-5</sup>	30	30	30	1581	1626	1012	218	221	174	0,62	0,64	0,62	0,21	0,18	0,07
	35	35	35	1285	1222	1008	212	207	188	0,63	0,64	0,62	0,19	0,19	0,14
	40	40	40	1459	1627	1565	242	255	250	0,63	0,64	0,62	0,20	0,24	0,22
	100	45	45	1220	1735	760	349	279	185	0,64	0,64	0,63	0,18	0,26	0,17
10 <sup>-6</sup>	30	25	25	1168	1275	2718	187	179	261	0,64	0,64	0,65	0,17	0,15	0,21
	35	30	35	1069	1591	2963	193	218	322	0,63	0,64	0,64	0,20	0,20	0,27
	40	35	40	1572	1328	1720	251	216	262	0,64	0,65	0,64	0,24	0,20	0,19
	45	40	100	1356	1734	1505	247	263	388	0,64	0,64	0,64	0,21	0,25	0,19

Снижение также концентрации 4Н – селенопирана в растворе в пределах 10<sup>-3</sup>...10<sup>-5</sup> моль/л мало влияет на величину потенциала задержки, но вызывает увеличение переходного времени. Практически не сказывается на величине потенциала задержки на E-t – кривых введение трибромцинка 2,4,6 – трифенилселенопирилия, и замена трибромцинка – аниона на перхлорат сопровождается смещением потенциала в отрицательную сторону и увеличением переходного времени процесса анодного растворения кадмия из сплава.

В отличие от катодного процесса образования зародышей новой фазы  $Cd_xSe_y(Cu)$ , их анодное растворение протекает по двумерному механизму путем десорбции образующихся ионов с поверхности.

Согласно представленным данным, замена перхлората 2,4,6 - трифенилселенопирилия на 4Н-селенопиран не вызывает сколько –нибудь заметных изменений в кинетике электровыделения кадмия из растворов, содержащих борную кислоту. Хотя имеет место некоторое возрастание стационарной плотности тока при уменьшении концентрации 4Н-селенопирана, величина  $i_{\text{стан}}$  остается выше, чем в чистом растворе  $CdSO_4$  без добавок и близка к значениям, фиксируемым в растворе  $CdSO_4 + H_3BO_3$  с добавками перхлората 2-метоксифенил – 4 – фенилтриметилентиопирилия.

При замене 4Н – селенопирана на перхлорат и бромцинкат 2,4,6 – трифенилселенопирилия обнаружен интересный эффект: увеличение концентрации бромцинка сопровождается снижением плотности тока, однако, не ниже значений, наблюдаемых в растворах с добавкой 4Н – селенопирана, т.е. ингибирующий эффект ослабевает по мере снижения концентрации трибромцинка в большей степени и стационарная плотность тока возрастает в 1,5 – 2 раза по сравнению с 4Н – селенопираном.

Таким образом, природа аниона органической соли оказывает значительное влияние на скорость процесса. Это может быть связано с особенностями строения анионов  $ClO_4^-$  и  $ZnBr_3^-$  и их взаимодействием с ион-молекулярной структурой связей водного раствора сульфата кадмия, в какой-то мере уже разрушенной в результате внедрения в нее молекул  $NH_4Cl$  и  $H_3BO_3$ .

## Содержание

### Секция 1

Методы экологической реабилитации различных сред.....	3
<b>Авраменко М.В.</b> Кустарники с разнообразной формой кроны и окраской листьев и их назначение в зеленом строительстве.....	3
<b>Авраменко М.В.</b> Кустарники различного географического происхождения в озеленении г. Брянска	6
<b>Аникина Л.М., Панова Г.Г., Степанова О.А., Мухоморов В.К., В.Л.Судаков</b> Регенерация минеральных корнеобитаемых сред при длительном выращивании растений в защищенном грунте.....	9
<b>Антонова И.А., Губина Т.И.</b> Изучение возможности использования фосфогипса для очистки сточных вод промышленных предприятий.....	12
<b>Арефьева О.А., Ольшанская Л.Н., Стоянов А.В.</b> Электрохимическое извлечение меди из экстрактов отработанной ряски <i>Lemma minor</i> .....	14
<b>Бобринев В.П., Пак Л.Н.</b> Экологическая реабилитация Черновского угольного разреза в окрестностях г.Читы.....	17
<b>Водянова М.А., Хабарова Е.И., Донерьян Л.Г.</b> Сформировавшийся ряд микробиологических препаратов, используемых для биоаугментации нефтезагрязнённых почв.....	19
<b>Гунина Е.А., Пахненко Е.П., Грачев В.А., Николаев Ю.А.</b> Рекультивация строительных отвалов с использованием осадков сточных вод.....	22
<b>Данилова Е.Д.</b> <i>Pentaphragma fruticosum</i> (L.) O. Schwarz в системе борьбы с эрозией почв в республике Башкортостан.....	25
<b>Жирин Л.С., Шутенко Г.С., Жирин С.А.</b> Роль растений в детоксикации вредных загрязнителей окружающей среды.....	27
<b>Жутов А.С., Рогачева С.М., Губина Т.И.</b> Фитоэкстракция хлорида натрия из воды с помощью эйхорнии ( <i>E. crassipes</i> ) .....	30
<b>Киреева Н.Я., Ерохина Н.И., Новоселова Е.И., Григориади А.С.</b> Изучение возможности утилизации промышленных отходов для восстановления урбанизированных почв.....	32
<b>Копнина А.Ю., Колесников А.Г.</b> Использование процесса фитоочистки воды, загрязненной ионами металлов, с использованием урути мутавчатой <i>Myriophyllum verticillatum</i> .....	35
<b>Линькова Ю.В., Дьяконова А.Т., Котова И.Б., Нетрусов А.И.</b> Метаногенные микробные сообщества, разрушающие ароматические соединения	38
<b>Николайчук А.М.</b> Фитотоксичность хлористого водорода и подбор ассортимента растений для оптимизации экологической среды в зонах загрязнения им воздуха.....	40
<b>Панова Г.Г., Канаш Е.В., Аникина Л.М., Степанова О.А., Удалова О.Р.</b> Некорневая обработка растений кремнийсодержащими хелатными микроудобрениями как экологически адаптивный прием повышения продуктивности растений и улучшения качества растительной продукции.....	42

<b>Панова Г.Г., Пономарева Л.В.</b>	45
Приемы экологически адаптивной ремедиации химически загрязненных земель	
<b>Писаренко Е.Н., Рогачева С.М., Губина Т.И.</b>	
Фитоэкстракция ионов никеля и меди при их совместном нахождении в почве и в условиях ее среднего засоления.....	47
<b>Плешакова Е.В., Варюшин А.В.</b>	
Приёмы биотестирования для оценки токсичности нефтезагрязнённой почвы в процессе биоремедиации.....	50
<b>Прокофьев И.Л., Горбачев А.А.</b>	
Возможность применения почвенных беспозвоночных как «экосистемных инженеров» для восстановления загрязненных почв свалок.....	53
<b>Сазыкина М.А., Цыбульский И.Е., Сазыкин И.С.</b>	
Использование биолюминесцентных аборигенных бактерий в биотестировании токсичности компонентов экосистем морских водоемов.....	56
<b>Сазыкина М.А., Цыбульский И.Е., Сазыкин И.С., Коленко М.А., Чистяков В.А.</b>	
Выделение ассоциаций нефтеокисляющих микроорганизмов, участвующих в биоремедиации Азовского моря.....	58
<b>Сазыкина М.А., Чистяков В.А., Сазыкин И.С., Празднова Е.В.</b>	
Генотоксичность донных отложений Азовского моря (2001 – 2007 гг.).....	60
<b>Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Стоянов А.В.</b>	
Влияние геомагнитного, магнитного и электрического полей на процесс фиторемедиации.....	62
<b>Тургунова А.Р., Исаева А.У.</b>	
Использование азотфиксирующих микроорганизмов в процессах восстановления нарушенных экосистем.....	65
<b>Харитонова Л.А., Калинин С.П., Зарцына С.С., Малахова Н.С., Яקותок О.А.</b>	
Очистка сточных вод пищевых предприятий от «биологически жестких веществ».....	67
<b>Шобанова И.А.</b>	
Оптимизация техногенной среды в зонах загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) средствами озеленения.....	70
<b>Секция 2</b>	
Оценки риска в экологической сфере деятельности.....	73
<b>Гусев А.А., Ткачев А.Г., Емельянов А.В., Поздняков А.П., Зайцева О.Н., Пиляшенко Н.Е.</b>	
Углеродные нанотрубки как источник экологического риска.....	73
<b>Кочуров Б.И., Смирнов А.Я., Лобковский В.А.</b>	
Эффективность природопользования в стратегии кротких (излишества или необходимости?).....	75
<b>Китаев А.Б., Носков В.М.</b>	
Возможное усиление экологического риска в приплотинной части Камского водохранилища в связи со строительством ЦБК в г. Добрянка.....	82
<b>Кулеш Д.В., Черкашина А.Г.</b>	
Оценка риска для здоровья подростков в промышленных центрах Иркутской области.....	85

<b>Куролап С.А., Клепиков О.В., Епринцев С.А.</b>	
Экологический риск и здоровье населения в условиях техногенного загрязнения городской среды обитания.....	88
<b>Никифорова В.А., Никифорова А.А., Дубровина Е.Н., Камышникова И.В.</b>	
Оценка и управление рисками как основа природоохранной политики.....	91
<b>Никифорова В.А., Перцева Т.Г., Камышникова И.В.</b>	
Оценка экологического риска, связанного с химическим загрязнением атмосферы	93
<b>Никифорова В.А., Перцева Т.Г., Ларионова Н.Н., Филиппова С.Н.</b>	
Риск нарушений здоровья в условиях техногенного загрязнения.....	96
<b>Преминина Я.К.</b>	
Состояние здоровья населения в крупных промышленных городах Архангельской области.....	100
<b>Секция 3</b>	
Экономические механизмы в экологическом управлении.....	103
<b>Баяндина А.А., Гевлич Л.А.</b>	
Малый бизнес – решение экологических задач при производстве обуви из ПВХ...	103
<b>Белокопытова Н.А.</b>	
Построение эколого-экономических индикаторов устойчивого развития в России и мире.....	104
<b>Жирина Л.С., Шутенко Г.С., Жирин С.А.</b>	
К вопросу о формировании экологического бизнеса.....	106
<b>Жукова Л.М.</b>	
«Экологический продукт»: атрибуты качества.....	108
<b>Крупина Н.Н., Чегринцева Н.С., Попандопуло Д.С.</b>	
Иерархия задач в условиях социализации бизнеса.....	109
<b>Манаков Ю.А., Куприянов А.Н.</b>	
Экономические механизмы рекультивации нарушенных земель в Кузбассе.....	112
<b>Руденко Е.С.</b>	
Паблик рилейшнз: экологический аспект.....	115
<b>Рязанцев, К.В. Чернятина, Г.Н. Чудаков А.А.</b>	
Эколого-экономическая оценка эффективности природопользования агроландшафтов в современных условиях ведения сельского хозяйства в Воронежской области.....	116
<b>Якунина И.В., Беляева Н.П.</b>	
Эколого-экономические подходы оценки фактического состояния окружающей среды в экологическом управлении.....	117
<b>Секция 4</b>	
Экологический контроль производственной среды.....	120
<b>Адамович Т.А., Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я.</b>	
Радиометрическое исследование территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината.....	120
<b>Акимова Н.С., Короткова Е.В., Шкляева Ж.В., Губина Т.И.</b>	
Определение токсичности акридон-2-сульфоукислоты с помощью различных тест-организмов.....	122
<b>Александров А.Ю.</b>	
Оценка степени биодеструкции нефти в почве методом молярности этаноловых капель.....	124
<b>Алексеев Н.А.</b>	
О применении методики расчета выбросов при сжигании древесного топлива в	

котлоагрегатах.....	128
<b>Бурмистрова А.А., Доронин С.Ю.</b>	
Применение организованных сред на основе катионных ПАВ для спектрофотометрического определения фурфурола в водных объектах.....	130
<b>Дячук О.А., Бойкова К.В.</b>	
Флуоресцентный анализ экотоксикантов на модифицированных матрицах.....	133
<b>Жадько С.В.</b>	
Сравнительная характеристика накопления техногенных поллютантов травянистым покровом газонов и древесными растениями (на примере г. Гомель, Республика Беларусь).....	136
<b>Журавлева Л.Л., Рейтер А.В.</b>	
Биомониторинг необходимый элемент комплексного экологического мониторинга.....	139
<b>Зуев В.С.</b>	
К методологии проведения экологического мониторинга почв городских территорий (на примере почв г. Санкт-Петербурга).....	142
<b>Иванов А.П., Варгин В.В.</b>	
Использование IgY яичного желтка кур как альтернативного экологичного способа получения антител для диагностических целей.....	145
<b>Иванова Е.Ю.</b>	
Использование периодафний для определения токсичности ливневых стоков.....	146
<b>Иванова Н.В., Дробышева А.С.</b>	
Использование метода биотестирования для оценки качества водопроводной воды г. Иваново.....	149
<b>Игловская Н.С.</b>	
Экологические проблемы Архангельской городской агломерации.....	152
<b>Кайдорина В.А.</b>	
Оценка процессов синтеза и окисления ассимилятов у рябины сибирской, произрастающей в местах локального загрязнения выбросами автотранспорта.....	155
<b>Кичигин О.В., Басаргин Н.Н., Носова О.А., Егоров В.Г.</b>	
Предварительное концентрирование тория (IV) при его определении в питьевых, природных и сточных водах.....	158
<b>Ковалева О.В.</b>	
Экологический мониторинг водоемов крупного промышленного центра Республики Беларусь.....	160
<b>Колмогорова Е.Ю.</b>	
Реакция пигментного комплекса древесных растений на загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта.....	162
<b>Кругляк В.В., Гурьева Е.И.</b>	
Мониторинг состояния зеленых насаждений в 2008 г. в Воронеже.....	165
<b>Ларин И.Н., Емельянова Н.В., Луцкая Е.А., Жирнов В.А., Захаров С.М.</b>	
Результаты проведения биомониторинга в СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО пгт. Горный Саратовской области в 2008 г.....	168
<b>Лобкова Г.В., Шилова Н.А.</b>	
Экологическая оценка состояния г. Саратова биотестированием снежного покрова.....	171
<b>Марчик Т.П., Лукошко Е.А.</b>	
Активность каталазы и значения рН как показатели состояния городских почв.....	173
<b>Метельская Н.С., Кабашников В.П., Залыгина О.С.</b>	
Оптический газофилтровый метод в контроле состояния атмосферного воздуха.....	176

**Наумкин В.П.**

Использование продуктов пчеловодства в качестве показателя загрязненности окружающей среды..... 180

**Пендерещкий О.В., Дрогомирецкий Я.М., Коробейникова Я.С., Долгопола Г.Е.**

Оценка экологической ситуации рекреационных территорий методом нейросетей 182

**Петухова И.Ю.**

Мониторинг загрязнения окружающей среды вокруг опасных производственных объектов, как элемент обеспечения экологической безопасности..... 185

**Прожорина Т.И., Шилкина Н.А.**

Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферы..... 188

**Растегаев О.Ю., Васильченко Н.И., Ильин В.Ф., Чупис В.Н.**

Определение массовой концентрации зарина, зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе для целей экологического контроля и мониторинга..... 191

**Растегаев О.Ю., Малищевский А.О., Толоконникова Т.П., Ченцов А.М., Чупис В.Н.**

Экоаналитическое обеспечение и технологический контроль процессов переработки мышьяксодержащих отходов на объектах УХО..... 193

**Растегаев О.Ю., Черников С.Н., Толоконникова Т.П., Чупис В.Н.**

Суммарное содержание сероорганических соединений как обобщенный показатель в экологическом контроле и мониторинге..... 196

**Свирищевский С.Ф., Лейнова С.Л., Соколик Г.А.**

Контроль токсичности продуктов горения при оценке опасности отходов производства промышленных предприятий Республики Беларусь..... 199

**Седловская С.М.**

О возможности использования культуры китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) для мониторинга окружающей среды..... 202

**Телегина М.В.**

Визуализация данных экологического мониторинга..... 205

**Усачева Л.Н., Усачева К.В.**

Нитчатые организмы активного ила и возможные способы борьбы с ними..... 209

**Хубецов А.Ю., Писаренко Е.Н., Мартынов В.В.**

Радиоэкологический мониторинг состояния почвенного покрова в районе расположения Балаковской атомной станции..... 212

**Цандекова О.Л.**

Оценка фенологических показателей лиственницы сибирской в условиях атмосферного загрязнения выбросами автотранспорта..... 215

**Янников И.М.**

Роль данных биомониторинга в информационной поддержке принятия решений при анализе экологической ситуации..... 217

**Секция 5**

Создание экологически безопасных технологий и техники..... 220

**Алыбаева Р.А.**

Скрининг генотипов пшеницы на металлоустойчивость для разработки экологически чистой технологии ее производства..... 220

**Аникеева А.А., Повх Т.В., Емеличева О.Ю.**

Экологические аспекты применения полимерных материалов на основе фенолформальдегидных смол..... 223

**Бабакова О.В., Тарханова Л.А.**

Оценка возможности использования антикоррозионных покрытий в

промышленности.....	225
<b>Важинский Р.А., Красовицкий Ю.В., Чугунова И.А., Романюк Е.В., Лобачева Н.Н.</b>	
Технико-экономический анализ возможности применения зернистых фильтров в технике пылеулавливания.....	228
<b>Воронич С.С., Тимошук С.П., Пухова А.А., Хлопаев А.Г., Шадская Ю.С.</b>	
Экологические проблемы использования передвижных снегосплавных установок (на примере г. Москвы).....	230
<b>Воропаева Н.Л., Рубан И.Н., Юсупов К.М., Шарипов М.Д., Саимназаров Ю.Б.</b>	
Технология защиты растений риса от возбудителей болезней и вредителей, а также зерна при хранении с использованием (нано)чипов.....	235
<b>Гигина О.С., Быковский Н.А., Кантор Е.А.</b>	
Малоотходные технологии на предприятиях приборостроения.....	237
<b>Глазов Р.В.</b>	
Разработка устройств, снижающих пылевые выбросы в атмосферу, при производстве минеральных удобрений.....	240
<b>Горшунова В.П., Кирсанов А.В., Федянин В.И.</b>	
Сорбционные процессы при улавливании аммиака в вентиляционных выбросах	243
<b>Давыдов А.Н., Плохов С.В.</b>	
Электрохимическое извлечение Cd (II) из промывных вод сернокислого кадмирования.....	247
<b>Денисова С.А., Рогачева С.М., Сомов А.Ю., Шантроха А.В.</b>	
Изучение возможности снижения токсичности сероводорода.....	249
<b>Дидик М.В., Гарифуллина Н.Н.</b>	
О возможности использования базальтового волокна для доочистки сточных вод от ионов $Ni^{2+}$ и $Cu^{2+}$ .....	251
<b>Енютина М.В., Филимонова О.Н., Бурлака А.А., Зацепина Е.И.</b>	
Получение защитной мастики с применением отработанных масел.....	254
<b>Идрисова С.Ф., Гриневич В.И.</b>	
Использование кумола в экстрактивной очистке сточных вод производства бутилацетата.....	256
<b>Исаева А.У., Акимбаев Б.А.</b>	
Технологические проблемы получения драгоценных и редкоземельных металлов путем биовыщелачивания.....	258
<b>Калашникова С.П.</b>	
Внедрение экологоориентированных технологий обустройства территорий в системе управления качеством городской среды.....	261
<b>Кольченко А.С., Скиданов В.Е., Настасин В.А., Яковлев А.В., Забудьков С.Л.</b>	
Электрохимический синтез терморасширяющихся соединений графита и их применение в экологических целях.....	264
<b>Косарев А.В.</b>	
Повышение экологичности эксплуатации густосшитых полимеров в рамках подхода к оценке соотношения «структура – упруго-деформационные свойства»	266
<b>Кравченко Н.И., Клейменова М.Н., Лазуткина Ю.С.</b>	
Математическое моделирование парожидкостного равновесия бутанольно-толуольной смеси с целью создания экологически безопасной технологии в производстве кремнийорганических эмалей.....	269

<b>Красовицкий Ю.В., Романюк Е.В., Чугунова И.А., Лобачева Н.Н., Важинский Р.А.</b>	
Фильтр многосекционный с комбинированными элементами.....	272
<b>Кувькин Н.А., Бичан Н.Г., Пластинина Н.А., Гриневич В.И.</b>	
Деструкция красителя под действием плазмы барьерного разряда.....	274
<b>Кузнецов Л.М.</b>	
Возможные пути экологизации ЦБП.....	276
<b>Курепин А.Ю., Яковлев А.В., Скиданов Е.В., Яковлева Е.В., Финаенов А.И.</b>	
Сорбенты для очистки воды на основе терморасширенного графита.....	278
<b>Лазарева Е.Н., Ольшанская Л.Н., Михайлова И.В.</b>	
Технологические рекомендации по утилизации отработанных шпал.....	281
<b>Левченко А.Б., Румянцев В.А., Цветков В.Ю.</b>	
Перспективы использования биосорбентов в очистке поверхности воды от нефтяных пленок на городских водных объектах.....	285
<b>Маркелова Н.В.</b>	
Экологические аспекты создания устойчивых сортов ягодных культур.....	288
<b>Милушкин В.М., Назаренко С.Ю.</b>	
Процессы сорбции примесей железа(II) и (III), меди(II) и ртути(II) в условия кипящего слоя доломита под действием ультразвука.....	290
<b>Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Гагина А.Н., Модина Е.А.</b>	
Сорбция ионов меди целлюлозными сорбентами, модифицированными катионным полиэлектролитом.....	293
<b>Никулина Л.П., Артеменко С.Е.</b>	
Экологически чистый полимерный порошок для пересыпки листового стекла.....	295
<b>Овчинникова Г.П., Абдуллин В.Ф., Арзамасцев О.С., Уткина С.Ю.</b>	
Активный компонент для создания биодegradуемых полимеров.....	297
<b>Ольшанская Л.Н., Лазарева Е.Н., Егоров В.В., Цечоев Т.М.</b>	
Извлечение металлического никеля из никельсодержащего гальваноплама ОАО «Робрет-Бош-Саратов».....	298
<b>Пластинина Н.А., Гриневич В.И.</b>	
Плазмохимическая очистка ливневого стока с селитренной территории.....	302
<b>Поликарпова Ю.С., Жуйкова В.А., Сергеева Н.Г.</b>	
Исследование сорбционной способности силикагеля, модифицированного CuS....	305
<b>Пригорелов Г.А., Гунин В.В., Баранец А.А., Аль Массри Халед</b>	
Альтернативные пути утилизации вредных хладагентов.....	307
<b>Пугачева И.Н., Никулин С.С., Трибунская В.Н.</b>	
Разработка технологии наполнения эмульсионных каучуков на стадии их производства.....	310
<b>Романюк Е.В., Красовицкий Ю.В., Чугунова И.А., Лобачева Н.Н., Важинский Р.А.</b>	
Фильтры с комбинированными элементами.....	313
<b>Рубан И.Н., Воропаева Н.Л., Калимбетова Р.Ю., Сагдуллаев А.У.</b>	
О возможности использования биотехнологий в утилизации некоторых промышленных и бытовых отходов.....	315
<b>Савельева С.Г., Гевлич Л.А.</b>	
Очистка газов от окислов серы при производстве ихтиола на ЗАО «Мехдим» г. Сызрань.....	317
<b>Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Никитина Т.В., Краснов В.В.</b>	
Композиционные фильтры для очистки сточных вод.....	319

<b>Собгайда Н. А., Ольшанская Л.Н., Макарова Ю.А., Попова Н.Е.</b>	
Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов термообработанными отходами	321
<b>Студенцов В.Н., Скудаев Е.А., Колчин А.Г.</b>	
Синтез часто сшитых реактопластов без применения отвердителей.....	324
<b>Сугурбекова Г.К., Сугурбеков Т.К., Сугурбеков Е.Т.</b>	
Использование комплексов металлов с серусодержащими соединениями при утилизации отходов химической промышленности.....	326
<b>Судаков В.Л., Желтов Ю.И., Аникина Л.М., Удалова О.Р.</b>	
Оборудование и технологии круглогодичного производства высококачественной экологически чистой растительной продукции.....	329
<b>Татаринцева Е.А., Титоренко О.В.</b>	
Апробация и внедрение экологически безопасных технологий обеззараживания воды.....	332
<b>Титоренко О.В., Татаринцева Е.А.</b>	
Экологическая безопасность строительных материалов.....	335
<b>Ушакова О.В.</b>	
Гигиенические принципы безопасной эксплуатации территорий захоронений.....	338
<b>Филимонова О.Н., Енютина М.В., Казьмина Е.А., Шевлякова М.Г.</b>	
Получение декоративно-защитных покрытий на основе отходов производств этилового спирта и стирола.....	340
<b>Фукс С.Л., Казиев С.А., Хитрин С.В.</b>	
Использование отходов производства фторполимеров для получения электрохимических покрытий.....	343
<b>Хайдаров Ш.А., Воропаева Н.Л., Рубан И.Н., Саимназаров Ю.Б.</b>	
Экологически безопасная технология возделывания культуры риса.....	345
<b>Чугунова И.А., Красовицкий Ю.В., Романюк Е.В., Важинский Р.А., Лобачева Н.Н.</b>	
Регенерация зернистых фильтров.....	349
<b>Чумадова Е.С., Исакина А.А., Александрова А.В.</b>	
Моделирование кинетики разложения фенола в жидкой фазе под действием разряда атмосферного давления.....	351
<b>Шадманов Р.К., Рубан И.Н., Воропаева Н.Л., Шарипов М.Д., Саимназаров Ю.Б.</b>	
Экологически безопасная технология получения устойчивых к неблагоприятным условиям окружающей среды сельскохозяйственных растений.....	359
<b>Шарафиев А.Ш., Юнусова Д.У., Гисматулин Ч.Н.</b>	
О методах очистки газов химической промышленности в решении экологической проблемы.....	357
<b>Штыкина А.В., Кукурина О.С., Новиков В.Т.</b>	
Обезвреживание методом жидкофазного окисления некондиционных фосфорорганических пестицидов.....	360
<b>Ямчук А.И., Тарасевич М.Р., Систер В.Г.</b>	
Оптимизация топливных элементов путем разработки новых катализаторов на основе Ru.....	362
<b>Попова С.С., Дмитриенко Т.Г., Узбякова А.С., Ченцова Е.В., Горшков А.И.</b>	
Поверхностная активность селеносодержащих гетероароматических соединений в реакциях катонного выделения – анодного растворения кадмия и его сплавов на медном электроде.....	365

Научное издание

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Часть 1

Сборник научных трудов

Под редакцией проф. Т.И. Губиной

Ответственный за выпуск О.В. Абросимова

Редактор Л.А. Скворцова

Лицензия ИД № 06268 от 14.11.01

Подписано в печать

Бум. тип.

Тираж 200 экз.

Усл.-печ. л. 21,4(23,5)

Заказ

Формат 60x84 1/16

Уч. изд. л. 23

Саратовский государственный технический университет

410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Отпечатано в типографии ООО «Фиеста-2000».

410033, г. Саратов, ул. Панфилова, 1 корп. 3-А; тел. 47-96-08.