Ассоциация технических университетов
. . .
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

2013 год – Год Экологической культуры и охраны окружающей среды в Содружестве Независимых Государств

Экологическое образование и охрана окружающей среды

Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ

Часть II

Москва
МГТУ им. Н.Э. Баумана
2014

УДК 378.1:504.06
ББК 20.1
Э-400

Э-400 Экологическое образование и охрана окружающей среды. Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ. Сборник статей. Часть II / Под ред. А.А. Александрова – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 256 с.

ISBN 978–5–91916–022–9

Сборник включает статьи по актуальным вопросам экологического образования, экологической культуры, проблемам подготовки кадров, научных исследований в области экологической безопасности и охраны окружающей среды, учебно-научной деятельности, проводимой в высших учебных заведениях, входящих в состав Ассоциации технических университетов и тесно сотрудничающих с ней.

В представленных материалах, на примерах подготовки кадров (часть 1), проведения научно-инновационных работ (часть 2) в области экологии и охраны окружающей среды, отражены межвузовское сотрудничество и взаимодействие различных научно-педагогических школ, практическая реализация основных принципов высшего профессионального образования, таких как «обучение через науку», «синтез теории и практики», «интеграция образования, науки и производства» ведущими техническими университетами России, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана, Украины и Приднестровья.

Издание рассчитано на широкий круг работников органов управления образованием, промышленностью, труда и занятости, руководителей промышленных предприятий и организаций, научных учреждений и учебных заведений всех уровней профессионального и общего образования, в первую очередь, связанных с вопросами экологии и охраны окружающей среды. Оно может быть полезно при решении проблем развития национальных образовательных систем, совершенствования подготовки специалистов и деятельности высших учебных заведений, решения вопросов кадрового обеспечения в различных сферах общественного производства и, прежде всего, для предприятий высокотехнологического комплекса на межгосударственном уровне в рамках Содружества Независимых Государств.

Редактор-составитель: В.К. Балтян

Составители: В.А. Девисилов, Л.Н. Клочкова, В.А. Молотилов, А.С. Петраков, В.С. Савченко, Ю.Л. Ткаченко

ISBN 978–5–91916–022–9

©Ассоциация технических университетов, 2014
©МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014
©Деловой Центр экономического развития СНГ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

М.А. Сполохова, С.Б. Пономарев
Ижевский государственный технический университет
Методологические подходы комплексной оценки качества жизни регионов России……. 8

Т.В. Овчинникова, А.В. Бурковский, П.С. Куприенко
Воронежский государственный технический университет
Экологические проблемы и рекомендации по их решению в Центрально-Черноземном экономическом районе……..…. 19

Н.К. Андросова
Московский государственный машиностроительный университет
Политехнический институт имени В.С. Черномырдина
Экология и минерально-сырьевые ресурсы……. 27

Е.Н. Соснин, Г.В. Пачурин, О.В Маслеев, А.Ю. Кечкин
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Экологические особенности использования возобновляемых источников энергии…… 32

С.Ю. Маринин, В.В. Новиков, Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет
Разработка системы индикаторов промышленной безопасности для экологически опасных объектов…… 41

А.Б. Иметхенов, О.П. Курек, В.А. Арасланова, О.А. Иметхенов
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
Влияние антропогенных факторов на городские леса Нижнего Приангарья…….. 48

С.И. Берил, Ф.Ю. Бурменко, В.Г. Звонкий
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко
Прогрессивные научно-технические мероприятия по повышению экологической безопасности и энергосбережению технических систем. 54

А.К. Кайнарбеков, К.Ж. Естекова, Г.Б. Естекова
Казахский университет путей сообщения им. Д.А. Кунаева
Казахстанско-Британский технический университет
Экологические задачи внедрения малоотходных комплексов промышленности…… 57

стр.

Т.И. Лохвинская
Бендерский политехнический филиал
Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко
Некоторые аспекты формирования воздушной среды обитания…….. 61

А.В. Холопцев
Севастопольский национальный технический университет
Изменчивость распределения поверхностных температур
Тихого океана как фактор вариаций состояния озоносферы……. 66

В.С. Ванаев
Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
Вода на кафедре…….. 76

С.А. Гаврилов
Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова
Создание и анализ блок-схемы водного объекта…… 106

Б.М. Насибулина, А.Н. Бармин
Астраханский государственный университет
Биологические показатели – как основа выявления степени опасности
водоемов…….. 109

Т.И. Баранова, Е.А. Полищук
Московский государственный машиностроительный университет
Политехнический институт имени В.С. Черномырдина
Методика оценки и прогноза эколого-геохимического состояния
поверхностных вод (на примере реки Москвы)…… 114

А.Д. Мочек
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
г. Москва
Экологическая роль и биоресурсное значение русловых ям на Иртыше. 119

Д.С. Пономарев, В.Г. Исаков
Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова
Повышение эффективности методов удаления запахов при обработке
природных вод…… 121

А.С. Куликова
Московский государственный горный университет
Эколого-экологическое обоснование использования подземного про-
странства под водными объектами мегаполиса…….. 124

стр.

В.В. Кизима
Бендерский политехнический филиал
Приднестровского государственного университета им. Т.Г Шевченко
Перспективы внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий
в г. Бендеры……..... 131

В.И. Скалозубов
Институт проблем безопасности АЭС Национальной академии наук Украины
Г.А. Оборский, И.Л. Козлов, А.А. Гудима
Одесский национальный политехнический университет
Анализ результатов Национального отчета Украины по стресс-тестам
переоценки экологической безопасности атомной энергетики Украины 134

П.Е. Шурай, С.Г. Шабалина, С.Ю. Ксандопуло, О.Ю. Секерина
Кубанский государственный технологический университет
Осуществление экологического аудита в газодобывающей отрасли…… 141

А.Д. Омаров, К.Ж. Естекова
Казахский институт путей сообщения им. Д.А. Кунаева
Использование нефтяного газа: проблемы и решения……... 149

Р.А. Таранов
Московский государственный технический университет
имени Н.Э.Баумана
Природно-техногенные источники чрезвычайных ситуаций объектов
инфраструктуры нефтегазового комплекса…… 155

Л.А. Марченко, Д.Р. Шпербер, Е.Р. Шпербер, А.А. Марченко,
Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет
Разработка комплекса природоохранных технологий обезвреживания
отходов нефтегазовой отрасли……. 166

В.Н. Пермяков, В.Г. Парфенов
Тюменский государственный нефтегазовый университет
Техносферная безопасность в Тюменском государственном
нефтегазовом университете…….. 171

В.И. Кормилицын, А.Н. Жидков, С.П. Манчха
Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»
Энергетическое использование отходов сельскохозяйственного
производства для получения альтернативного топлива……. 173

стр.

И.Ф. Анисимов, С.Ф. Чернобрисов, А.В. Димогло
Приднестровский государственный университет имени Т.Г. Шевченко
Исследования газодизеля как экологически безопасного источника механической энергии…… 177

А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Ресурсосберегающая и экологичная обработка поверхности сортового металлопроката как один из способов охраны окружающей среды……. 184

Е.М. Кашин, В.Н. Диденко
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
Технология подготовки и газификации экологичного вида топлива…… 192

И.Н. Чмырёв, В.Д. Коршиков, А.В. Бондаренко, В.А. Конев, О.В. Чмырёва
Липецкий государственный технический университет
Альтернативное топливо для печей обжига цементного клинкера…….. 196

С.В. Кутузов, В.В. Буряк, В.В. Деркач, А.А. Матвиенко, Е.Н. Панов, Н.Д. Гомеля, А.Я. Карвацкий, И.Л. Шилович, Г.Н. Васильченко, С.В. Даниленко, С.В. Лелека, И.В. Пулинец, Т.В. Чирка, Т.В. Лазарев
ПАО «Укрграфит»,
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
Общая характеристика разработанных мероприятий по снижению выбросов монооксида углерода…… 203

Л.Н. Ольшанская, Е.Н Лазарева, В.В. Егоров
Энгельсский технологический институт, филиал Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.
Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду отходов гальванических производств за счет извлечения из них токсичных металлов и их соединений для вторичного применения……. 214

Л.А. Марченко, А.А. Марченко, Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет
Сорбционное концентрирование микроэлементов на неорганических сорбентах……. 223

стр.

О.В. Сташевская, Н.А. Марцулевич, В.В. Федотов
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
О гидродинамическом взаимодействии мешалки и перемешиваемой среды…… 229

И.В. Яковлев, А.Б. Гаряев, С.П. Манчха, В.Ю. Самойленко, И.В. Парёхина
Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»
Применение теплового насоса для глубокой утилизации теплоты влажного вентиляционного воздуха в бассейне НИУ «МЭИ»…….. 233

Т.Ш. Маликова, С.В. Николаева, И.О. Туктарова
Уфимский государственный университет экономики и сервиса
Методология и практика формирования системы платежей за загрязнение окружающей среды……. 240

Научно-техническая информация…… 245

Международный государственный экологический университет имени Андрея Дмитриевича Сахарова…….. 246

Институт современных образовательных технологий (ИСОТ) МГТУ им. Н.Э.Баумана……. 248

Центр компьютерного обучения «Специалист» при МГТУ им. Н.Э.Баумана……. 249

Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана……. 250

Издательство «Машиностроение»…… 252

Научно-технический журнал «Наноинженерия»…… 253

Научно-педагогический журнал «Высшее образование в России»…….. 254

Научно-методический и информационный журнал «Безопасность в техносфере»…… 255

Методологические подходы комплексной оценки качества жизни регионов России

М.А. Сполохова, С.Б. Пономарев
Ижевский государственный технический университет

В современной мире высокое качество жизни, является важной функцией государства, является не только условием реализации человеческого потенциала, но и основой социальной стабильности общества. Становление и развитие рыночных отношений, новые социально-экономические условия жизнедеятельности, появление возможностей осмысления реальных жизненных стандартов, достигнутых в странах с развитой рыночной экономикой, а также практические нужды, связанные с необходимостью проведения количественных измерений и оценок качества жизни, поиска новых механизмов повышения благосостояния общества, подталкивают ученых к комплексному и детальному изучению проблем качества жизни.

Необходимость комплексного решения проблем повышения качества жизни и обеспечения социальной стабильности связана также с прямой и обратной зависимостью этих процессов: с одной стороны, повышение качества жизни населения служит основой обеспечения социальной стабильности, а с другой – социальная стабильность способствует росту качества жизни.

Существует необходимость государственного воздействия на социально-экономическую сферу с целью формирования новой социальной системы общества для обеспечения социальной стабильности и повышения качества жизни населения. Чтобы правильно определять направления государственной политики, положительно влияющие на качество жизни населения, и контролировать этот процесс, необходимо иметь унифицированную общероссийскую номенклатуру показателей качества жизни населения, методику их измерения и критерии оценки полученных значений [1].

Понятие «качество жизни» очень широкое и неоднозначно трактуемое понятие.

По определению Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) «Качество жизни – восприятие индивидуумом его положения в жизни в контексте культуры и системы ценностей, в которых индивидуум живет, и в связи с целями, ожиданиями, стандартами и интересами этого индивидуума».

ВОЗ рекомендует использовать для оценки качества жизни следующие критерии:

1. Физические – сила, энергия, усталость, боль, дискомфорт, сон, отдых;

2. Психологические – положительные эмоции, мышление, изучение, запоминание, концентрация, самооценка, внешний вид, негативные переживания;

3. Уровень независимости – повседневная активность, работоспособность, зависимость от лекарств и лечения;

4. Жизнь в обществе – личные взаимоотношения, общественная ценность субъекта, сексуальная активность;

5. Окружающая среда – благополучие, безопасность, быт, обеспеченность, доступность и качество медицинского и социального обеспечения, доступность информации, возможность обучения и повышения квалификации, досуг, экология (загрязнители, шум, населенность, климат);

6. Духовность – религия, личные убеждения [2].

Понятие «качество жизни» используется не только в медицине, но и в философии, социологии. Согласно «Энциклопедии социологии» «качество жизни – собирательное понятие, обозначающее количественный уровень и разнообразие тех материальных и духовных потребностей, которые способен удовлетворить человек в условиях определенного общества» [3].

Экономисты Е. Шубенкова и А. Цимбалист в статье «Качество жизни: содержание понятия» пишут, что определений понятия качества жизни столько «сколько ученых, занимающихся этой проблемой», в то же время, это – «интегральная комплексная характеристика физического, психологического, материального, морального, духовного состояния индивида и общества, являющаяся своеобразным гуманистическим ориентиром их развития и благосостояния» [4].

Наиболее общее определение качества жизни характеризует его как уровень развития и степень удовлетворения всего комплекса потребностей и интересов людей [5].

Многие авторы считают, что качество жизни – это «совокупность ряда жизненных важнейших ценностей. Как живется человеку, как удовлетворяются его потребности высших порядков, во имя чего он живет, каков смысл его жизни, удовлетворен ли он своей жизнью» [6].

Таким образом, существует трактовка понятия «уровень жизни» в узком и широком смысле: в узком смысле трактовка уровня жизни осуществляется через характеристику уровня потребления населением благ и услуг, обеспеченности ими и степени удовлетворения потребностей населения; широкое толкование уровня жизни включает (помимо параметров «узкого толкования») также условия жизнедеятельности населения [7].

В данной статье мы проведем обзор существующих методик оценки качества жизни населения, выявим основные показатели, влияющие на качество жизни, и проведем комплексную оценку качества жизни регионов России.

Масштабность и многоаспектность категории «качество жизни» обуславливается многообразием подходов к ее оценке, что представляет существование различных систем показателей. В исследовательской практике

находят применения самые разнообразные системы и наборы показателей: от наиболее обобщенных, охватывающих самые существенные стороны жизни человека, до детально многоуровневых систем с подробным перечнем компонентов; от очень широких, включающий практически все аспекты жизненных ценностей, до сравнительно узких, базирующихся сравнительно исключительно на уровне материального благосостояния.

Обобщенно все применяемые в исследовательской практике подходы к оценке качества жизни можно классифицировать по следующим основным критериям (рис. 1): способу получения информации, способу оценки качества жизни, по типу решаемых задач.

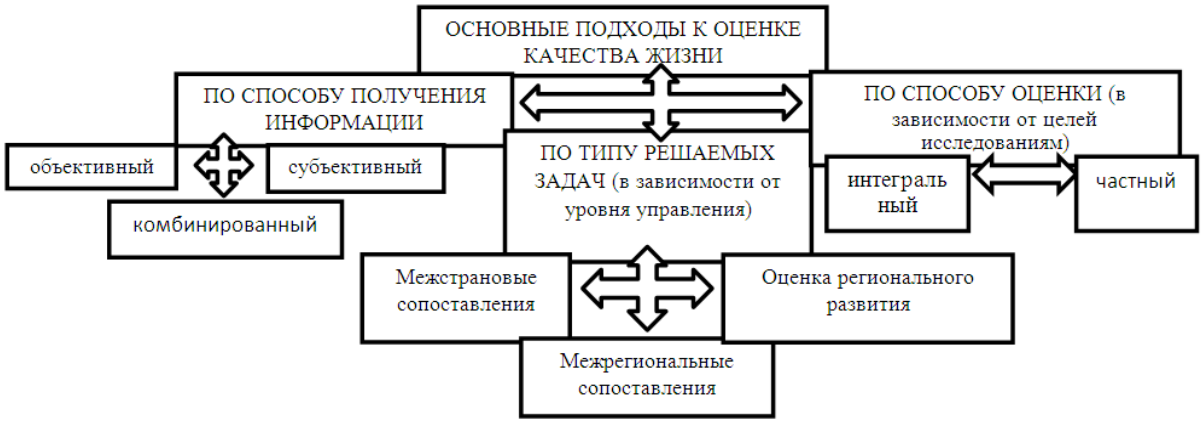


Рис. 1. Классификация основных подходов к оценке качества жизни

По способу получения информации различают объективный, субъективный и комбинированный подходы. Объективный подход предусматривает использование статистических данных на основе построения системы показателей, характеризующей объективные условия и результаты жизнедеятельности людей. Данные статистики обеспечивают сопоставимость межрегиональных и временных сопоставлений, а также позволяют выполнить прогностические расчеты тех или иных параметров.

Субъективный подход базируется на результатах социологических исследований и экспертных оценках, отражающих объективные условия в субъективном восприятии людей, их ценностное отношение к созданным условиям в данном обществе. Обработка социологической информации дает более углубленное представление об объекте исследования, что позволяет выявить существующие проблемы и определить причины, их вызывающие. Данный метод представляется наиболее перспективным при оценке дифференциации качества жизни, сравнении качества жизни различных групп населения, что особо актуально при разработке региональных стратегий.

В последнее время в исследовательской практике находит применение комбинированный подход на основе различного сочетания объективных и субъективных способов оценки отдельных составляющих качества

жизни, что позволяет получить оценку качества жизни при помощи комплекса объективных и субъективных показателей в разрезе отдельных социальных групп и территориальных сообществ.

По мнению целого ряда исследователей для адекватной оценки социальной политики и ее эффективной корректировки наиболее целесообразным является использование метода сопоставления объективных и субъективных показателей по отдельным критериям качества жизни. Сопоставление оптимизирует оценку качества жизни и дает возможность выявить, насколько мнение административной власти расходится с мнением жителей данной территории по основным направлениям социального развития, помогает повысить эффективность управления, особенно в части распределения средств на социальные программы.

По способу оценки различают интегральный и частный подходы. Интегральный метод базируется на построении обобщающих показателей (комплексных оценок), которые могут быть получены на основе как объективной, так и субъективной информации. Такие методики широко используются в международной практике при сопоставлении уровней социально-экономического развития разных стран.

Наиболее известной методикой интегрального типа, применяемая в нашей стране для межрегиональных сопоставлений, является методика, предложенная С.А. Айвазяном (ЦЭМИ РАН) [8]. Суть данной методики состоит в том, что интегральный индикатор качества жизни получается при помощи процедуры трехступенчатой сверстки системы частных индикаторов, характеризующих его основные аспекты: качество населения, благосостояние населения, качество социальной сферы, качество экологической ниши и природно-климатические условия, представленные в виде различных комбинаций отчетных статистических показателей и соответствующих экспертных оценок.

Особое практическое значение в современный период приобретает частный подход к оценке качества жизни, который предполагает более глубокое рассмотрение его отдельных аспектов. Данный подход позволяет при помощи детального исследования выделенных проблемных полей с учетом в каждом конкретном случае определить наиболее действенные меры управленческого воздействия, регулирующие процесс формирования качества жизни различных групп и слоев населения. Среди основных стратегических направлений повышения качества жизни исследователи обычно выделяют такие проблемные блоки как занятость населения и оплата труда, здоровье и качество медицины, доступность образования и развитие личности, повышение духовности общества и культура и др.

Частные показатели и индикаторы, характеризующие отдельные составляющие качества жизни, определяются на базе среднестатистических показателей, экспертных оценок и данных социологических опросов. Большинство российских исследователей рассматривают следующие блоки объективных оценочных параметров, для каждого из которых в каждом

конкретном случае разрабатывается свой перечень показателей: уровень жизни, уровень занятости, условия труда и отдыха, уровень развития сферы услуг, социальное обеспечение и социальные гарантии, безопасность жизнедеятельности, природно-климатические условия и экологическая обстановка в регионе.

К субъективным составляющим качества жизни обычно относят удовлетворенность условиями жизни, работы, отдыха (удовлетворенность качеством трудовой жизни, удовлетворенность уровнем социальной и политической стабильности (напряженности), удовлетворенность личной безопасностью, удовлетворенность качеством условий для досуга и отдыха и др.).

Предложено много показателей, стандартов для определения качества жизни населения. В последние годы применяются комбинированные математические и математическо-логические модели здоровья, включающие различные медико-статистические показатели и их модификации. Они позволяют наиболее полно, комплексно подходить к оценке качества жизни населения.

Тем не менее, на протяжении долгих лет нет четкого комплекса показателей, в полной мере отражающих качество жизни населения. В многочисленных методиках представлено большое количество вариантов показателей, рассматривающих качество жизни как психологический критерий, физиологический и психофизиологический. [9]

Рассмотрим показатели, на основании которых проводились исследования. Социально значимое заболевание – туберкулез, вектор развития которого зависит от состояния всех сфер качества жизни населения. Туберкулез – болезнь, вызываемая микобактериями туберкулеза. Наиболее часто поражаются органы дыхания, среди других органов и систем – преимущественно мочеполовая система, периферические лимфатические узлы, кожа, глаза, кости и суставы [10]. На распространение туберкулеза среди населения оказывает влияние множество факторов, и они в разной степени полноты и достоверности описываются различными статистическими показателями [11,12]. Распространение туберкулеза зависит: от региональных особенностей; политических и макроэкономических процессов (наличия кризисов, конфликтов); распространения туберкулеза в пенитенциарной системе; особенностей организации системы противотуберкулезных мероприятий и их эффективности (организации профилактики, своевременного выявления и эффективности лечения, проводимых как специализированными учреждениями, так и учреждениями общей лечебной сети); степени развития эпидемии ВИЧ-инфекции.

Регистрируемые уровни показателей по туберкулезу в значительной мере зависят и от факторов, не связанных непосредственно с результатами работы по профилактике, выявлению и лечению. Такими факторами, в частности, являются: система статистического наблюдения (качество заполнения учетных и отчетных форм, полнота сбора данных и их эффективная

организация, их движение); квалификация персонала, собирающего и обрабатывающего информацию и уровень технической поддержки этого процесса (средства связи, компьютеризация, программное обеспечение); заинтересованность руководства и сотрудников головных и региональных профильных учреждений, органов управления здравоохранением в получении объективной информации. Данные по заболеваемости и смертности от туберкулеза в Российской Федерации представлены на рис. 2.

Рис. 2. Регистрируемая заболеваемость и смертность от туберкулеза, РФ (данные аналитического обзора по туберкулезу в Российской Федерации за 2011 год)

Снижение регистрируемой заболеваемости в предперестроечные годы в Советском Союзе вполне достоверно отражало относительную стабильность общества и планомерную работу по снижению распространения заболевания, включая использование административных методов. Эти годы характеризуются значительными затратами государства на борьбу с туберкулезом и эффективной работой фтизиатрической службы по регистрации и контролю за больными туберкулезом. Качество диагностики случаев туберкулеза среди постоянного населения обеспечивало сравнительно низкий уровень скрытой заболеваемости или доли незарегистрированных случаев заболевания туберкулезом.

Кроме этого, учитываются основные экономические и демографические показатели, которые суммарно отражают течение основных социальных, экономических и других процессов в обществе, что позволяет осуществить более точную оценку качества жизни населения изучаемого региона.

Уровень безработицы – количественный показатель, позволяющий сравнить безработицу для разной численности населения (для разных стран или для разных периодов одной и той же страны). Уровень безработицы рассчитывается как отношение числа безработных к общему числу занятых в хозяйстве или к численности интересующей группы населения (безработица среди женщин, молодежи, сельского населения и т.п.). Чаще

всего выражается в процентах. На рис. 3. представлен график уровня безработицы в России.

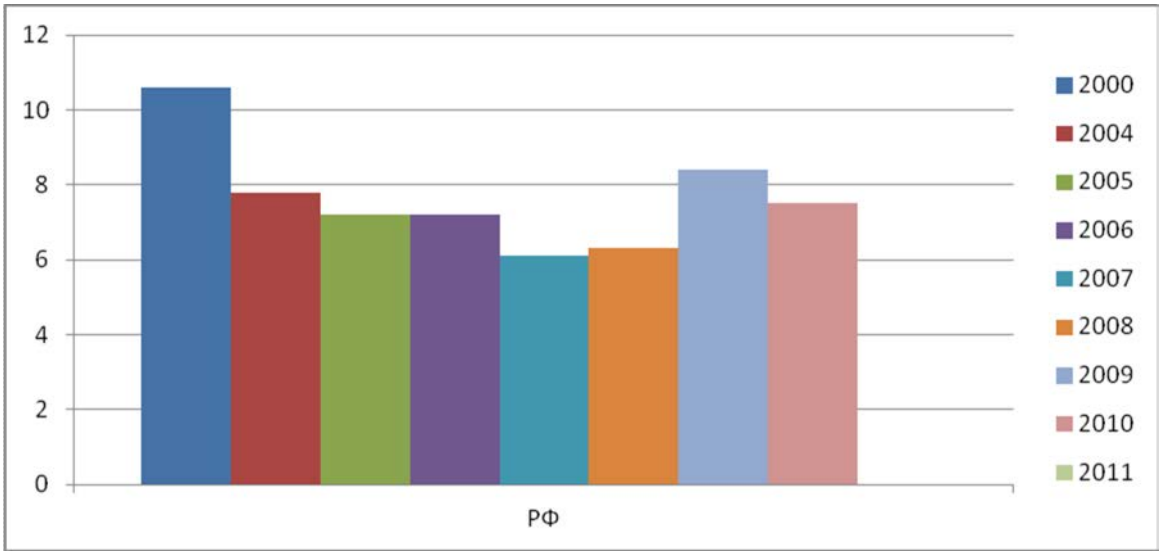


Рис. 3. График уровня безработицы по годам

Доходы населения, их уровень, структура, источники получения и степень дифференциации являются важнейшими показателями экономического и социального благополучия общества. Поскольку доходы служат основным источником удовлетворения личных потребностей людей, именно они являются центральным звеном, ядром более широкого понятия – уровень жизни населения (рис. 4).

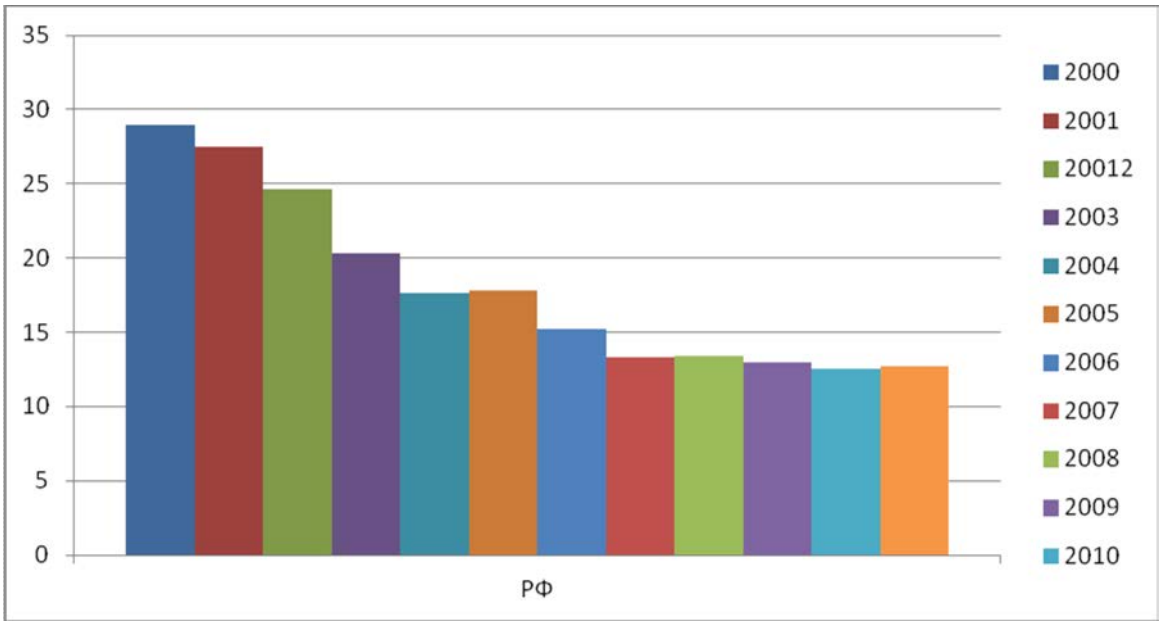


Рис. 4. Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума

Коэффициент естественного прироста населения – демографический показатель: разность коэффициентов рождаемости и смертности: отражает естественное движение населения [13]. Коэффициент естественного прироста обладает всеми теми же достоинствами и недостатками, что и другие общие коэффициенты. Главный его недостаток – зависимость величины коэффициента и его динамики от особенностей возрастной структуры населения и ее изменений. Следует заметить, что эта зависимость коэффициента естественного прироста от возрастной структуры даже гораздо значительнее, чем других общих коэффициентов. Она как бы удваивается одновременным влиянием возрастной структуры на уровни рождаемости и смертности в противоположных направлениях.

На рис. 5. представлен коэффициент естественного прироста населения России по годам. Как видно из гистограммы на перестроечные времена пришел самый низкий коэффициент, но с течением времени коэффициент медленно уменьшается.

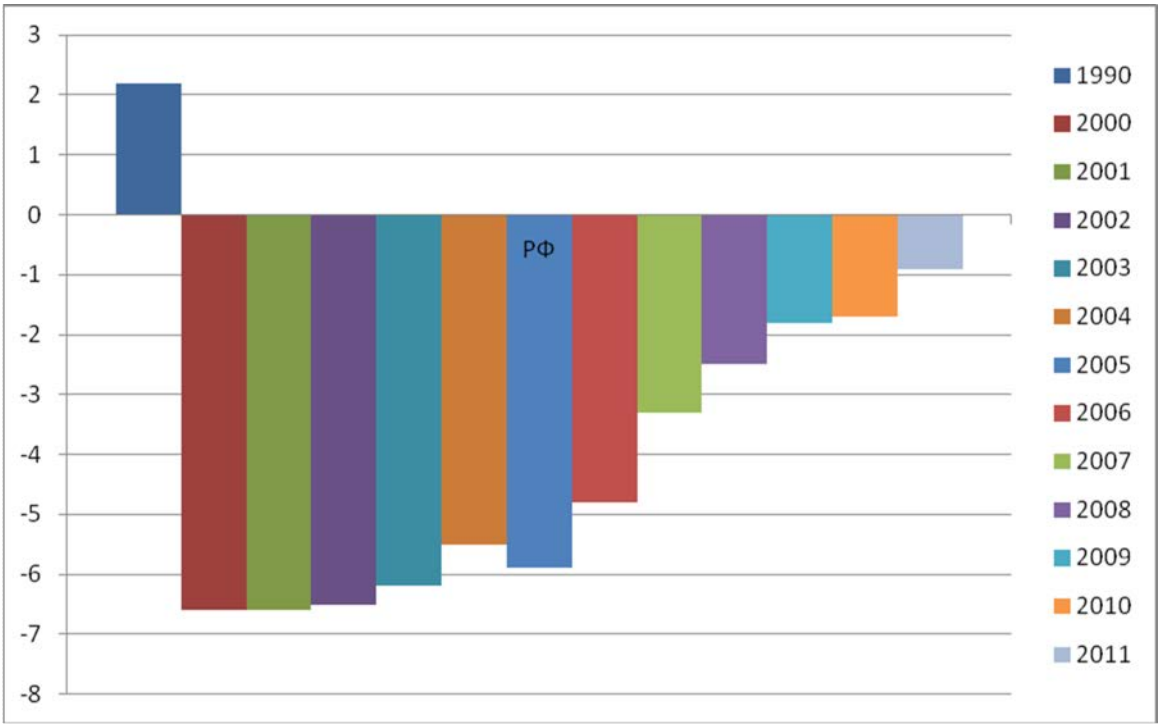


Рис. 5. Коэффициенты естественного прироста населения на 1000 человек

Важным этапом обработки и анализа данных исследования является описание корреляционных связей между изучаемыми переменными и расчета интегрального индекса по данному показателю. После проведения корреляционного анализа можно будет выяснить, существует ли зависимость показателей от факторов. И, если она существует, можно будет выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние и указать какая зависимость. Коэффициент корреляции, как ковариационный анализ, характеризует область, в которой два измерения «изменяются вместе».

Способ оценки качества жизни заключается в применении методов корреляционного анализа, для определения весомых параметров влияющих на качество жизни. Первоначальной важнейшей задачей корреляционного метода является определение вида корреляционного уравнения (уравнения регрессии). Простейшим видом такого уравнения, характеризующим взаимосвязь между двумя параметрами, может быть уравнение прямой [1]:

$$У = а + в\ Х,$$

где Х, У – соответственно независимая и зависимая переменные;
а, в – постоянные коэффициенты.

Выбраны следующие показатели качества жизни: общая заболеваемость туберкулезом; заболеваемость туберкулезом в уголовно-исполнительной системе; доля больных туберкулезом, выявленных в уголовно-исполнительной системе; доля больных туберкулезом, выявленных с запущенными (фиброзно-кавернозный) формами туберкулеза; доля выявленных больных туберкулезом среди работающего населения; уровень безработицы; доля населения с доходами ниже прожиточного минимума; показатель естественного прироста (убыли) населения.

Исходя, из данных получается следующая формула:

$$Y = 7{,}4 - 0{,}02 * x1 - 0{,}0003 * x2 + 0{,}009 * x3 - 0{,}02 * x4 - 0{,}03 * x5 + 0{,}002 * x6 + 0{,}008 * x7 + 0{,}06 * x8$$

где Х1 – общая заболеваемость туберкулезом; Х2 – заболеваемость туберкулезом в уголовно-исполнительной системе; Х3 – доля больных туберкулезом, выявленных в уголовно-исполнительной системе; Х4 – доля больных туберкулезом, выявленных с запущенными (фиброзно-кавернозный) формами туберкулеза; Х5 – доля выявленных больных туберкулезом среди работающего населения. Х6 – уровень безработицы; Х7 – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума; Х8 – показатель естественного прироста (убыли) населения.

В тестируемую группу регионов при оценке уровня качества жизни по заявленной методике были включены показатели 8 федеральных округов и 22 регионов, в том числе городов федерального значения (табл. 1). Применение данного метода позволяет провести экспресс оценку качества жизни, как отдельного муниципального образования, так и осуществить ранжирование всей территории Российской Федерации.

Таблица 9. Интегральный индекс оценки качества жизни

Регион	Заболеваемость туберкулезом (на 100 тыс. чел.)		Выявляемость туберкулеза (%)			Экономические показатели (%)		Демографические показатели	Интегральный индекс
	общая	в УИС	в УИС	запущенные формы	среди работающих	уровень безработицы	доходов ниже прожиточного уровня	естественный прирост (убыль) населения	
Российская Федерация	73	1387	12,1	2,2	54,5	6,6	12,7	-0,9	3,8496
Центральный федеральный округ	50,5	1501	10,7	2,8	46,8	4,2	23	-3,2	4,2764
Воронежская обл.	65,2	1660	11,2	1,7	53,6	5,5	19,6	-9,7	2,9826
Костромская обл.	35,7	795,7	15	1,7	41,3	5,3	16,2	-4,3	4,86749
Москва	41	2499	6,6	1,8	40,4	1,4	10	1,1	3,9295
Смоленская обл.	82,3	1900,1	13,9	0,99	57,3	7,7	17,3	-6,4	3,69707
Северо-Западный федеральный округ	56,3	1173	13,5	0,9	50,3	5,3	19	-7,2	4,1692
Санкт-Петербург	48,5	1630	9,8	0,7	54	1,9	9,1	-0,9	4,4718
Вологодская обл.	42,1	516,1	9,6	0,5	50,1	7,5	17,1	-2,7	4,63637
Калининградская обл.	134,6	2377,7	8,3	1	50,6	5,3	17,5	-6,2	2,21099
Южный федеральный округ	73,6	1918	12	1,4	54	7	25,2	-1,9	3,5632
Кабардино-Балкария	54,6	2102,9	11,9	1	48,4	20,7	19,8	0,6	4,49403
Астраханская обл.	93,9	2428,2	21,9	1,3	55,2	8,9	14,2	1,2	3,15504
Приволжский федеральный округ	66,5	1449	13,6	1,5	58,6	6,6	23,5	-1,9	3,9249
Удмуртская Республика	67,7	1519,4	11,7	0,6	55,3	7	14	1	4,10848
Самарская обл.	78,5	1967,5	14,5	0,78	49,9	5,1	15,2	-2,9	3,30245
Нижегородская обл.	58,3	2131,9	17,2	3,1	59,3	7,2	12,5	-5,4	3,66863
Уральский федеральный округ	94,3	1622	16,1	1,4	58,1	6,9	20	1,5	3,5931
Курганская обл.	137,5	2465	15,8	1,32	56,2	12,4	24,3	-5,8	2,2835
Сибирский федеральный округ	120,4	1873	13	2,9	55,9	8,2	25,3	0,4	2,9259
Республика Тыва	231,1	2610,5	14,2	3,7	66,6	18,4	30,6	16,5	1,43025
Республика Бурятия	126,8	2772,1	11,4	0,9	59,8	9,1	20,1	4,3	2,64597
Кемеровская обл.	132,8	2430,6	13,1	2	48,6	8,2	11,6	-2,8	2,38092
Дальневосточный федеральный округ	129	1826	13,3	4,8	58,8	7,4	25,3	-0,3	2,5841
Приморский Край	172,8	2523,1	13,5	7,7	51,4	8,1	15,7	-2,1	1,42137

Как видно из представленных данных, наихудшие показатели качества жизни характерны для Приморского края и Республики Бурятия, наиболее высокие показатели качества жизни отмечены в Москве, Костромской и Вологодской областях. Корреляционный и интегральный индекс оценки качества жизни, позволяют наглядно и достоверно оценивать регионы России, основываясь на статистических данных.

Литература

1. Максимова Е.С. Математическая модель комплексной оценки качества жизни регионов России.//Диссертация на соискание магистерской степени, ИжГТУ. – 2013. – 72 с.

2. Латышевска Н.И. Гендерные различия в состоянии здоровья и качестве жизни студентов.//Гигиена и санитария. – Медицина. – 2009. № 1. – С. 51-54.

3. Социологический словарь.– ИСПИ РАН, Норма – 2008.– 256 с.

4. Шубенкова Е., Цимбалист А. Качество жизни: содержание понятия.//«Кадровик. Кадровый менеджмент» – 2008.– С. 33-35.

5. Политика доходов и качество жизни населения / Под. ред. Н.А. Горелова. СПб: Питер.– 2011.– С. 77

6. Социальная политика, уровень и качество жизни. Словарь. М.: Изд-во ВЦУЖ, 2009.

7. Нугаев, Р.М. Качество жизни в трудах социологов США // Социол. исслед. – 2008. – № 6. – С. 100-105.

8. Айвазян С.А. Россия в межстрановом анализе синтетических категорий качества жизни населения. Часть 1. Методология анализа и пример ее применения // Мир России. – 2001. – № 4. – С. 59-96.

9. Качество жизни населения регионов Центрального федерального округа: динамика и социальная эффективность управления. – М.: Изд-во «Проспект», 2012. – С. 44.

10. Методические рекомендации «Оценка качества жизни населения России». – М.: ВНИИТЭ, 2010.

11. Перельман М.И. Туберкулез сегодня // Материалы VII Российского съезда фтизиатров. – М.: Бином, 2012. – С. 352.

12. Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Дергачев А.В., Гордина А.В., Марьина Н.С., Матвеева М.В./ Заболеваемость туберкулезом в России: ее структура и динамика // Проблемы туберкулеза, 2003. – № 7. – С. 4-11.

13. Методические рекомендации «Оценка качества жизни населения России».– М.: ВНИИТЭ, 2006

Экологические проблемы и рекомендации по их решению в Центрально-Черноземном экономическом районе

Т.В. Овчинникова, А.В. Бурковский, П.С. Куприенко
Воронежский государственный технический университет

Центрально-Черноземный экономический район характеризуется интенсивной хозяйственной деятельностью человека, что создает условия для возникновения многих природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, которые наносят ущерб земельным ресурсам. Ухудшение состояния земель происходит под воздействием процессов почвенной и овражной эрозии, карстовых и оползневых процессов, переувлажнения, подкисления, засоления и загрязнения земель. Их проявлению способствуют климатические, геоморфологические, геологические, почвенные и гидрологические условия, а также интенсивная хозяйственная деятельность человека в регионе [2,8].

Наиболее эрозионно опасные территории находятся на Среднерусской и Калачской возвышенностях, где смытые почвы занимают до 40 % сельхозугодий, густота оврагов может превышать 0,8 км/км^2, их плотность – 0,5 шт/км^2 и скорость роста – 4 м/год. На Окско-Донской низменности водная эрозия проявляется слабее. Карстовые формы рельефа встречаются на 25 % территории региона. Это покрытый карст, развивающийся в верхнедевонских известняках, а также мелах и мергелях верхнемелового возраста, прикрытых четвертичными породами и почвами. Оползни чаще образуются на Правобережье Дона, максимальный объем которых – до 100 тыс. м^3, глубина захвата пород – от 3 до 15 м, скорость смещения – до 200 м/сут. Переувлажнение и засоление земель отмечается, в основном, на Окско-Донской низменности, где почвенный покров подстилается слабо водопроницаемыми ледниковыми суглинками. Во многих административных районах региона происходит подкисление, химическое и радиоактивное загрязнение земель.

Все эти процессы значительно ухудшают условия землепользования в центрально-черноземном районе и других регионах с интенсивной хозяйственной деятельностью человека, что требует учета экологических условий при землеустроительном проектировании. Однако до XX столетия землеустройство в России практически сводилось лишь к межеванию земель. Только в 80-х годах прошлого столетия появилось ландшафтное земледелие, которое затем полностью обрело экологическое содержание и землеустроительные мероприятия стали рассматриваться как механизм осуществления земельной политики государства и как составная часть общественного способа производства.

В настоящее время при проведении земельной реформы в Российской Федерации, произошло ухудшение экологического состояния земель. При этом отмечается сокращение объема природоохранных и почвозащитных мероприятий, что усиливает опасность возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций [2,4,7]. Сейчас отсутствует государственная концепция использования и охраны земельных ресурсов на федеральном и региональном уровнях, поэтому необходима современная концепция землеустройства, способная обеспечить экологическую, экономическую и социальную эффективность организации территории, а также предусмотреть рациональное землепользование. Это возможно при ландшафтном земледелии, которое предусматривает сбалансированное функционирование природных и антропогенных компонентов ландшафта и хозяйственной деятельности человека при производстве сельскохозяйственной продукции [1,5]. Однако в регионах с интенсивной хозяйственной деятельностью человека при землеустройстве следует учитывать не только ландшафтные особенности региона, но и характер развития негативных процессов, воздействующих на природную среду и земельные ресурсы. Это позволит лучше определять объем и состав почвозащитных мероприятий [4]. Для таких регионов нами предлагается концепция землеустройства с учетом природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Землеустроительное проектирование по этой концепции должно начинаться с комплексной оценки экологического состояния природной среды на речных водосборах. Такая оценка является составной частью землеустроительного процесса, а основными показателями экологического неблагополучия земель в регионе является степень проявления природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Оценку антропогенного воздействия при этом следует проводить после изучения факторов возникновения чрезвычайных ситуаций, ухудшающих состояние природной среды, то есть климата, геологического строения, рельефа, гидрологических и гидрогеологических условий. Ухудшение состояния земель оценивается на основании комплекса карт: эродированности почв; густоты оврагов; содержания гумуса в почве; распределения подкисленных и переувлажненных почв; содержания в почве тяжелых металлов, пестицидов и других загрязняющих веществ. Затем производится районирование по интегральным показателям условий развития негативных природных процессов и ухудшения состояния земель, а также составляется карта антропогенной нарушенности. В результате выделяются районы с разными условиями использования земель. В каждом из этих районов устанавливается свой режим землепользования и определяется комплекс мероприятий, обеспечивающих рациональное использование земель [2,4].

На этих этапах проектирования следует анализировать большой объём информации о свойствах природно-хозяйственных систем, находящихся на речных водосборах. Получить такую информацию наиболее удобно в результате использования административно-бассейнового подхо-

да, который предусматривает изучение природных процессов на речных водосборах, а антропогенных воздействий – на уровне административных областей и районов [2,3,6,7,8]. Оценка экологического состояния территории должна осуществляться на всех территориальных уровнях проведения землеустройства с последовательной детализацией, то есть в регионе, административной области, административном районе и сельскохозяйственном предприятии.

Схема использования и охраны земель субъекта Российской Федерации должна обеспечивать их рациональное использование во всех отраслях народного хозяйства, выявлять резервы земель для освоения, предусматривать совершенствование системы землепользования и внедрение научно-обоснованных мероприятий, обеспечивающих создание оптимальных условий развития производительных сил и отраслей АПК, повышение продуктивности угодий и усиление контроля использования земель. При этом в регионах с интенсивным проявлением природных чрезвычайных ситуаций при проведении землеустроительных работ необходимо учитывать все негативные экзогенные процессы, ухудшающие состояние земель. Интенсивность их проявления во многом зависит от климатических показателей, которые могут испытывать некоторые изменения циклического характера**.** Так в Центрально-Черноземном районе до 1980 года наибольший ущерб землям сельскохозяйственного назначения наносили процессы водной эрозии. Однако, в последние десятилетия здесь произошло значительное ослабление водной эрозии и усиление карстовых, оползневых и суффозионных процессов, а также увеличилось переувлажнение и подтопление земель, что связано с некоторым увеличением годового количества атмосферных осадков, повышением среднегодовых температур воздуха, уменьшение глубины промерзания почвенного покрова и увеличением количества оттепелей в феврале-марте. Это следует учитывать при обосновании почвозащитных мероприятий в регионе [9].

При составлении областной схемы землеустройства после изучения природных условий, а также при оценке экологического состояния земель и условий землепользования необходимо проводить комплексный анализ условий землеустроительного проектирования. При этом рассматриваются интегральные показатели, характеризующие природные условия, антропогенную нагрузку, последствия хозяйственной деятельности человека, экологическое состояние земель и условия землепользования на водосборах рек. Интегральные показатели получают при кластерном анализе и бальной оценке большого числа частных показателей [4]. Так в Воронежской области были рассмотрены условия землеустройства на 34 речных водосборах с учетом 35 частных показателей (табл. 1).

Таблица 1

Анализ условий землеустройства в природно-сельскохозяйственных зонах Воронежской области

Природные сельскохозяйственные		Водосборы рек	Интегральные показатели				
Зоны	**Микрозоны**		**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Лесостепная	**Северо-западная**	Б. Верейка	1,08	0,65	0,96	1,23	0,90
		Ведуга	1,14	0,72	0,61	1,33	1,12
		В. Девица,	0,96	0,53	0,93	1,,25	1,14
		Н. Девица	1,08	0,55	0,82	1,03	1,18
		Потудань	1,61	0,58	0,94	0,97	1,05
		Т. Сосна	1,40	0,93	0,89	1,17	1,05
	По микрозоне:		**1,20**	**0.66**	**0,85**	**1,33**	**1,07**
	Центральная	Воронеж	0,64	10,07	0,97	0,91	0,86
		Усмань	1,22	0,84	2,27	1,09	0,94
		Хава	1,33	0,70	0,84	1,04	0,94
		Хворостань	1,07	1,22	0,68	0,65	1,01
		Икорец	0,64	0,77	0,78	0,64	0,93
		Битюг	0,91	0,76	0,69	0,90	0,90
		Эртиль	0,79	0,71	1,21	0,60	1,15
		Курлак	1,36	0,81	1,26	0,94	1,28
		Чигла	0,76	0,70	1,09	1,11	0,97
	По микрозоне:		**0,97**	**1,84**	**1,09**	**0,88**	**0,98**
	Восточная	Токай,	1,34	0,90	0,82	0,94	1,19
		Елань,	0,75	0,84	1.00	0,84	1,00
		Савала	1,65	0,76	1,06	0,77	0,94
		Карачан,	0,82	0,61	1,09	0,90	0,96
		Ворона	1,34	0,22	1,04	0,91	0,90
		Хопёр	1,08	1,67	1,27	0,81	1,04
	По микрозоне:		**1,16**	**0,83**	**1,05**	**0,86**	**1,01**
Степная	**Юго-западная**	Ольховатка	2,09	0,67	0,95	1,34	1,45
		Россошь	2,16	0,54	0,80	1,37	1.22
		Ч. Калитва	1,77	0,86	0,80	1,04	1,27
		Богучар	1,55	0,57	0,72	1,28	1,38
		Богучарка	1,32	0,43	0,78	1,21	1,32
		Дон	0,82	2,33	0,88	1,19	1,02
		Мамоновка	1,02	2,13	2,30	1,03	1,33
	По микрозоне:		**1,79**	**1,26**	**1,16**	**1,21**	**1,26**
	Юго-восточная	Осередь	0,46	0,98	0,94	0,90	0,95
		Гаврило	1,04	1,04	0,91	0,78	1,00
		Толучеевка	1,23	0,62	0,65	1,27	1,19
		Подгорная	1,26	0,96	0,94	1,05	1,25
		Манина	1,31	0,84	0,91	1,06	1,23
		Криуша	0,88	0,75	1,00	0,92	1,15
	По микрозоне:		**1,03**	**1,51**	**0,89**	**1,00**	**1,13**

I – природные условия; **II** – антропогенная нагрузка; **III**– последствия хозяйственной деятельности; **IV** – экологическое состояние земель; **V** – условия землепользования.

При комплексном анализе было использовано природно-сельскохозяйственное районирование Воронежской области. Как установлено, менее благоприятные природные условия для сельскохозяйственного землепользования, при которых существует наибольшая опасность возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, существуют в северо-западной и юго-западной микрозонах (средние интегральные показатели – 1,20 и 1,79). Особенно неблагоприятные – на водосборах рек Потудань, Тихая Сосна, Ольховатка, Россошь, Черная Калитва, Богучар и Богучарка, что определяется, главным образом, значительной площадью земель с крутизной склонов более 5º и малой их облесенностью при пониженном содержании гумуса в почве. Антропогенная нагрузка наибольшей величины достигает в центральной зоне (средний интегральный показатель – 1,84). Однако эта нагрузка здесь распределяется неравномерно: на водосборах р. Воронеж – 10,00 и р. Дон – 2,33, что, видимо, связано с воздействием Воронежского мегаполиса. На водосборах остальных рек эта нагрузка не превышает единицу. Исключение составляет водосбор р. Хворостань – 1,22. Несколько меньше антропогенная нагрузка в юго-восточной (1,51) и юго-западной (1,26) микрозонах**.**

Последствия хозяйственной деятельности человека относительно мало проявляются на водосборах рек Воронеж и Дон, которые характеризуются хорошими показателями природных условий. Однако на водосборах более мелких рек в юго-западной (1,16), восточной (1,05) и центральной (1,09) сельскохозяйственных микрозон они более значительны. Экологическое состояние земель самым низким оказалось в юго-западном (1,21) и северо-западных (1,33) микрозонах. Это водосборы рек Ольховатка, Россошь, Черная Калитва, Богучар, Богучарка, Верейка, Ведуга, В. Девица, и Н. Девица. Не лучше экологическое состояние земель на водосборах рек Толучеевка, Подгорная и Манина. Все это влияет на условия землепользования в Воронежской области. С учетом этих условий необходимо проведение комплекса природоохранных и почвозащитных мероприятий, в первую очередь, на речных водосборах юго-западной (1,26), юго-восточной (1,13) и северо-западной (1,07) сельскохозяйственных микрозон.

При землеустроительном проектировании определение комплекса почвозащитных мероприятий, обеспечивающих предотвращение или смягчение негативных последствий хозяйственной деятельности человека, следует проводить с учетом результатов типизации водосборов малых и средних рек по величине прогнозного территориального риска и интегрального показателя экологической опасности (табл. 2).

Как установлено, наибольшая величина территориального риска в Воронежской области, интегрально характеризующего природные условия и величину антропогенной нагрузки, отмечается в северо-западной (0,72), юго-западной (0,87) и юго-восточной (0,85) сельскохозяйственных микрозонах. Здесь же существуют самые высокие показатели экологической опасности, то есть, соответственно, – 1,33; 1,22; 1,00.

Таблица 2

Основные почвозащитные мероприятия в с.х. зонах Воронежской области

Зоны	Микро-зоны	Водосборы рек	I	II	Негативные процессы и почвозащитные мероприятия
Лесо-степная	**Северо-западная**	Б. Верейка Ведуга В. Девица, Н. Девица Потудань Т. Сосна	**0,72**	**1,33**	***Опасности:*** везде – овражная эрозия (1,3), загрязнение почв радионуклидами (1,6), оползни (1,2), карст (2,2). На водосборах рек. Верх. и Н. Девица, – почвенная эрозия (1,2); Б. Верейка, Ведуга, В.Девица – подкисление почв (2,2); В.. Девица, Т. Сосна – загрязнение (1,3). ***Мероприятия***: противоэрозионные – на 30% с.х. угодий; противооползневые – на 5%; известкование почв, внесение удобрений.
	Цен-тральная	Воронеж Усмань Хава Хворостань Икорец Битюг Эртиль Курлак Чигла	**0,55**	**0,88**	***Опасности***: везде – загрязнение почв (1,4); их подкисление (1,4). На водосборах рек Хворостань, Икорец – переувлажнение земель (1,3), оползни (1,5); р. Чигла – солонцевание почв (1,8); рр. Воронеж и Усмань – загрязнение радионуклидами (1,6). Ограниченная опасность развития эрозии почв. ***Мероприятия***: переувлажненные земли использовать на 18% с.х. угодий под люцерну; при загрязнении радионуклидами проводить известкование почв, вносить удобрения на 10% угодий; противоэрозионные мероприятия проводить на 7%; противооползневые – на 3%; устранение загрязнения земель – на 40% с.х. угодий.
	Восточ-ная	Елань, Савала Карачан, Ворона Хопёр	**0,50**	**0,86**	***Опасности*:** везде – подкисление почв (1,5); их переувлажнение (1,1) и загрязнение (1,4). На водосборах рек Елань – осолонцевание (1,1); Токай – оползни (2,0). ***Мероприятия***: известкование почв и посадка люцерны на 12% с.х. угодий; закрепление оползней.
Степная	**Юго-западная**	Ольховатка Россошь Ч. Калитва Богучар Богучарка Дон Мамоновка	**0,87**	**1, 22**	***Опасности***: везде – почвенная (1,9) и овражная (1,3) эрозия; осолонцевание почв (1,4). На водосборах р. Дон и Мамоновка – карст (2,8); р. Дон – подкисление почв (1,1), рр. Ольховатка, Россошь – оползни (2,0); Ольховаька, Ч. Калитва и Россошь – радиоактивное загрязнение почв (1,6). ***Мероприятия***: почвозащитные, внесение удобрений, известкование почв, закрепление оползней, учет карста, агротехника.
	Юго-восточ-ная	Осередь Гаврило Толучеевка Подгорная Манина Криуша	**0,85**	**1,00**	***Опасности***: везде – осолонцевание (1,5) и засоление (1,4) почв. На водосборах рек Подгорная, Толучеевка, Манина – почвенная (1,3) и овражная эрозия (1,8); рр. Осередь, Толучеевка, Подгорная, Криуша – загрязнение почв (1,4); Подгорная, Манина – карст (1,2). *Мероприятия*: противоэрозионные – на водосборах рек. Толучеевка, Подгорная, Манина; везде – мероприятия по улучшению качества земель.

I – территориальный риск; **II** – интегральный показатель экологической опасности; в скобках – показатель опасности негативных процессов.

При этом водосборы рек Ольховатка, Россошь, Черная Калитва, Богучар, Левая Богучарка (юго-западная с.х. микрозона) а также Подгорная и Манина (юго-восточная микрозона) характеризуются наиболее высоким прогнозным территориальным риском, составляющим более 0,8 и высокой экологической опасностью – свыше 1,2. На этих водосборах отмечаются интенсивные почвенно-эрозионные и оползневые процессы и загрязнение земель. Поэтому здесь необходимо проведение полного комплекса противоэрозионных мероприятий на 45 % территории, а противооползневых – на 10 %. В этой микрозоне также следует проводить мероприятия, предотвращающие загрязнение земель.

При прогнозном территориальном риске 0,72 и интегральном показателе экологической опасности 1,33 на водосборах рек Большая Верейка, Потудань, Тихая Сосна (северо-западная микрозона), а также при территориальном риске 0,85 и показателе экологической опасности 1,00 на водосборах рек Осередь, Гаврило, Толучеевка и Криуша (юго-восточная микрозона) полный комплекс противоэрозионных мероприятий можно проводить на 30% территории, а противооползневые мероприятия – на 5 %.

В центральной микрозоне, то есть на водосборах рек Усмань, Хава, Эртиль, Елань, Курлак, Чигла и Битюг, где показатели территориального риска составляют 0,55, а экологической опасности – 0,88, почвенно-эрозионные процессы проявляются в меньшей степени, поэтому полный комплекс противоэрозионных мероприятий следует предусматривать лишь на 5 – 10 % территории. Однако здесь необходимы мероприятия, предотвращающие подтопление и загрязнение земель на территории почти 40 %.

Место проведения и объем природоохранных мероприятий, предотвращающих чрезвычайные ситуации на конкретном речном водосборе, определяется при проектировании комплексных природоохранных бассейновых схем.

Создание бассейновых схем землеустройства, в которых определяются состав и объем природоохранных и почвозащитных мероприятий, является в настоящее время для России важнейшей задачей. За последние десять лет площадь проявления негативных природных и техногенных процессов увеличилась в Российской Федерации на 40 %. В том числе: подтопление территории – на 35 %, проявление оползневых, карстовых, суффозионных и просадочных процессов – на 5 %. Экономические потери от природных опасностей увеличились на 20 %. По экспертным оценкам, ущерб от них в настоящее время достигает 26 миллиардов долларов в год [4]. В центрально-черноземном регионе с 1989 по 1998 годы произошло увеличение площади подтопления территорий на 20 %, оползней – на 9 %, карста – на 25 %. В Воронежской области площадь развития оползневых процессов увеличилась за это время на 6 %, а карстовых – на 17 % [4].

Концепцией землеустройства, учитывающей природные и техногенные чрезвычайные ситуации при проведении землеустроительных работ, предусматривается значительный объем изыскательских и про-

ектных работ, а также создание комплекса почвозащитных мероприятий. В процессе землепользования, к тому же, следует проводить экологический мониторинг, оценку эффективности выбранного комплекса мероприятий и уточнение его состава. Однако, в настоящее время в Российской Федерации отсутствуют условия для выполнения всего комплекса природоохранных и почвозащитных мероприятий, так как при частной собственности на землю в нашей стране пока еще не разработан механизм их финансирования.

Литература

1. Варламов А.А. Организация территории сельскохозяйственных землевладений и землепользований на эколого-ландшафтной основе. Учебное пособие /А.А. Варламов. – М: ГУЗ, 1993. – 114 с.

2. Долгополов А.Я. Комплексная оценка состояния земель в районах с интенсивным воздействием на природную среду / А.Я. Долгополов, В.М. Смольянинов, Т.В. Овчинникова. Воронеж: Истоки, 1997. –125 с.

3. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л.М. Корытный. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.

4. Овчинникова В.В.. Условия возникновения и особенности чрезвычайных ситуаций в центрально-черноземном регионе / Т.В. Овчинникова, В.М. Смольянинов, В.И. Федянин, Н.Н. Фролова. Воронеж: Истоки, 2007. – 230 с.

5. Лопырев М.И. Агроландшафты и земледелие. Учебное пособие / М.И. Лопырев, С.А. Макаренко. Воронеж. ВГАУ. 2001. – 168 с.

6. Смольянинов В.М. Комплекс водорегулирующих мероприятий для борьбы с эрозией и искусственного пополнения подземных вод / В.М. Смольянинов. Воронеж: ВГУ, 1972. – 182 с.

7. Смольянинов В.М. Бассейновый подход при изучении экологического состояния водных ресурсов в Центрально-Черноземном регионе / В.М. Смольянинов, В.И. Шмыков // Высокие технологии в экологии. Воронеж, 1998. – С. 34 – 39.

8. Смольянинов В.М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия формирования и использование / В.М. Смольянинов. Воронеж: Истоки, 2007. – 240 с.

9. Смольянинов В.М. Развитие экзогенных процессов при изменении климатических условий в Центрально-Черноземном регионе / В.М. Смольянинов, Т.В. Овчинникова. // Экспедиционные исследования: состояние и перспективы. Смоленск: городская типография, 2008. – С. 229-231.

Экология и минерально-сырьевые ресурсы

Н.К. Андросова
Московский государственный машиностроительный университет
Политехнический институт имени В.С. Черномырдина

Серьезные экологические проблемы возникают при добыче, транспортировке и обогащении минерального сырья. Происходит трансформация ландшафтов, нарушение целостности горного массива, нарушение естественного режима поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферы, природных вод, почв и растительности. Токсичные химические элементы, такие как Hg, Pb, Cd, Cu, Zn, оказывают негативное действие на местные экосистемы

Потребности в минеральном сырье, составляющем базу для производства промышленной продукции, возрастают из года в год. Ежегодно в мире из недр извлекается более 100 млрд. т различного минерального сырья и топлива. Современный мировой рынок минеральных ресурсов обладает достаточно острой конъюнктурой. Россия владеет значительной минерально-сырьевой базой, что определяет ее конкурентоспособность на мировом рынке. Она занимает одно из ведущих мест в мире по ресурсам и добыче таких полезных ископаемых, как нефть, газ, уголь, железо, золото и др.

Однако при освоении месторождений полезных ископаемых возникают серьезные экологические проблемы. Особенно остро они проявляются при добыче, транспортировке и обогащении минерального сырья, когда происходит загрязнение атмосферы, природных вод, почв и растительности.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха и почв в горнодобывающей промышленности являются буро-взрывные работы; газовыделения из руд и отвалов, пыление отвалов, хвосто- и шламохранилищ; эксплуатация машин и механизмов. Высокий уровень загрязнения воздуха возникает также на участках выгрузки на приемных пунктах и отвалах. Загрязнение поверхностных и подземных вод в основном происходит в результате водоотведения сточных вод.

Топливно-энергетические ресурсы. Топливно-энергетический комплекс России – один из основных источников загрязнения окружающей природной среды – снабжается в основном месторождениями нефти, газа, угля и урана. К нефтегазоносным бассейнам России относятся Западно-Сибирский, Карский, Волго-Камский, Предуральский, Прикаспийский, Тимано-Печорский, Баренцовский, Лено-Тунгусский, Енисейско-Хатангский, Вилюйский, Охотский, Притихоокеанский. Наиболее крупные месторождения нефти: Приобское, Самотлорское, Красноленинское (ХМАО); газа: Уренгойское, Ямбургское, Бованенковское (ЯНАО), Штокмановское

(шельф Баренцева моря), Астраханское (Астраханская обл.), Ковыктинское, Ангаро-Ленское (Иркутская обл.) и др.

Более 70% нефти добывается на экологически уязвимых территориях с незначительной способностью к самоочищению. Добыча и переработка нефти и газа приводят к серьезным последствиям. Загрязнение и нарушение природной среды происходит в результате несовершенства технологических процессов, связанных со строительством и обустройством скважин, с фильтрацией и утечкой содержимого шламовых амбаров, с просачиванием буровых сточных вод, поглощением бурового раствора при бурении, с утечками из скважин и перетоками пластовых вод в водоносные горизонты, а также при сжигании газа в факелах.

В воздух попадают углеводороды, сероводород, метан, летучие органические соединения, диоксид углерода и различные твердые вещества. Разливаясь, нефть загрязняет почву и воды. С буровыми стоками в подземные воды проникают взвешенные вещества, нефть и нефтепродукты, органические соединения, растворимые минеральные соли, химические реагенты (акрилы, кремнийорганические жидкости и др.) и примеси [5].

Основная часть запасов углей сосредоточена в Сибири (Кузнецкий и Канско-Ачинский угольные бассейны). Главными источниками загрязнения воздушного бассейна при традиционных способах добычи угля являются выбросы шахтного метана, горящие отвалы, открытые горные работы, в том числе буровзрывные работы. В воздух выбрасывается зола, углеводороды, оксиды углерода, сернистый ангидрид, оксиды азота, легкие органические соединения, сероводород; во время взрывных работ – пыль и оксиды углерода.

При открытом способе добычи угля на больших площадях вскрываются почвогрунты и происходит уничтожение экосистем. При подземной добыче извлекаемые пустые породы образуют огромные терриконы. Использование угля также ведет к серьезному загрязнению окружающей среды: в атмосферу при сжигании угля поступает углекислый газ, оксиды азота; диоксид серы, пыль и взвешенные частицы, в небольших количествах – ртуть, мышьяк, свинец, уран, радий, радон [1].

При добыче урана шахтным и карьерным способами и его переработке на поверхности образуются как отвалы пустой породы, так и урановые хвостохранилища, из которых возможно повторно извлекать уран и попутные элементы (Mg, Co, Ni, Bi и др.). При подземном способе добычи в шахте возникают высокие концентрации радона. Скважинное подземное выщелачивание оказывает несравненно меньшее отрицательное влияние на поверхность земли, но приводит к загрязнению подземных вод выщелачивающим раствором (как правило, серной кислотой) и компонентами продуктов выщелачивания (ураном, тяжелыми токсичными металлами, макро- и микрокомпонентами).

Металлическое сырье. К основным месторождениям железных руд относятся Михайловское, Стойленское, Лебединское, Яковлевское (Белго-

родская обл.), Ковдорское (Мурманская обл.), Костомукшское (Карелия), Гусевогорское (Свердловская обл.). В рудах содержатся вредные примеси, такие как медь, цинк, свинец, сера, мышьяк, олово, фосфор. На долю предприятий черной металлургии приходится 20-25% выбросов пыли, 25-30% окиси углерода, более половины окислов серы от их общего объема в стране. Эти выбросы содержат сероводород, фториды, углеводороды, соединения марганца, ванадия, хрома и др. (более 60 ингредиентов) [4].

На обогатительном комбинате Михайловского ГОКа в атмосферу выбрасываются радионуклиды за счет содержащихся в железистых кварцитах повышенных концентраций урана и тория, а в подземных горных выработках и карьерах накапливается радон. На Лебединском ГОКе в отстойных водах хвостов содержатся литий, стронций, медь, молибден, марганец, титан, уран, торий, радий. В загрязненных почвах обнаружены повышенные концентрации Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Mo, Cu, Mn, Sr.

При добыче хромовых руд (месторождения Сарановское, Аганозерское, Центральное), в процессе переработки сырья, при сухом долблении и сортировке, в воздух попадает большое количество солей хрома. Главным образом соли хрома опасны тем, что поражают верхние дыхательные пути, легкие и глаза. В процессе переработки сырья при мокром обогащении хром и его оксиды попадают в сточные воды. Независимо от способа поступления поражаются почки, печень и поджелудочная железа. Хром обладает канцерогенным эффектом, поражает центральную нервную систему, оказывает повреждающее действие на репродуктивную функцию.

На месторождениях марганца (основные из них – Усинское, Дурновское, Порожинское, Парнокское) руды невысокого качества, труднообогатимые, в них повышено содержание железа, кремнезема, фосфора. Наиболее опасны для человека растворимые водой соединения – соли марганца. При буровзрывных работах в атмосферу выбрасываются мелкие частицы породной и рудной пыли, которая провоцирует заболевание рабочих мангантоксикозом [1].

Россия стоит на первом месте по производству первичного никеля, выпуская его более 20% от мирового количества. С высоким содержанием никеля выделяются месторождения Октябрьское, Талнахское (Таймырский АО), Ждановское (Мурманская обл.). Буруктальское (Оренбургская обл.), Шанучское (Камчатская обл.) – небольшие, но с очень богатыми рудами.

Вредными примесями в силикатных никелевых рудах являются медь и хром, а при плавке на ферроникель – и фосфор. К вредным примесям в сульфидных медно-никелевых рудах относятся цинк, свинец, мышьяк, фтор, кадмий, висмут. В результате антропогенного воздействия медно-никелевого производства наибольшее влияние оказывают диоксид серы и тяжелые металлы. На медно-кобальтовых месторождениях для депонирующих сред характерны кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичные.

Специфика воздействия месторождений вольфрамовых руд (Тырнаузское, Лермонтовское, Восток-2, Спокойненское), определяется способом разработки (подземным или открытым), применением флотации в качестве ведущего метода обогащения, присутствием в руде и продуктах переработки в качестве примесей висмута, свинца, цинка, меди, олова, золота, серебра, мышьяка, рения, селена, теллура, германия, скандия. При эксплуатации месторождений на поверхность поступают сульфиды токсичных металлов (кобальт, никель, кадмий). Вольфрам, мигрируя из хвостохранилищ, загрязняет поверхностные воды, накапливается в донных осадках и почвах.

При разработке месторождений свинца и цинка (Озерное, Холоденское, Горевское, Николаевское и др.) на поверхность извлекаются в больших объемах сульфиды. Образуется активная серная кислота, которая переводит тяжелые металлы, такие как кадмий, кобальт, мышьяк, индий, селен и др. в подвижные формы, вызывая тем самым интенсивное загрязнение окружающей среды. В рудничных водах медных месторождений присутствуют медь, цинк, мышьяк. Поверхностные воды в основном загрязнены Zn, Cd и Pb. Главными загрязнителями почв являются Zn, Pb, Ag, Cu, Cd, Bi, As. Хвосты обогащения содержат титан, германий и ванадий, которые находятся в примесной форме в сфалерите и сульфидах железа [2].

Основу валютного запаса страны составляют золото и серебро. Уникальными и крупными золотосеребряными месторождениями являются Многовершинное, Сухой лог, Агинское, Дукатское, Хаканджинское, Наталкинское.

Россыпные месторождения золота разрабатываются с помощью драг – крупных промывальных машин, способных брать рыхлую породу с глубин до 50 м. На мелких россыпях добыча ведется гидравлическим способом. Породы, содержащие золото, размываются мощными струями воды. В результате такой добычи с поверхности смывается почвенный слой и полностью вымирает растительность. Происходит интенсивное нарушение речных долин, заиливание русел, в итоге – существенное воздействие на пресноводные экосистемы. Амальгамный способ извлечения золота с использованием ртути (при смачивании ртутью золото образует амальгаму и в таком виде отделяется от пустой породы и песка) приводит к накапливанию ртути в почвах, донных отложениях водоемов, растениях и воздухе; у людей часто обнаруживаются признаки ртутной интоксикации.

Кучное выщелачивание растворами кислот ведет к загрязнению подземных и поверхностных вод, почв, растительности растворителем золота и мощным токсикантом – цианидом натрия. Шламы содержат высокотоксичные соединения тяжелых металлов – свинца, кадмия, меди, ртути и мышьяка.

В результате обработки платиновых руд при очень высокой температуре образуется летучий оксид OsO_4. Пары тетраоксида осмия воздействуют на глаза, кожу и дыхательные пути человека. Под воздействием пыли

комплексных соединений платины (платинохлористоводородной кислоты и ее солей) развивается профессиональная болезнь платиноз, которая характеризуется развитием бронхита, бронхиальной астмы, аллергических дерматозов.

Редкие металлы образуют небольшое количество природных скоплений. Промышленных концентраций могут достигать литофильные редкие металлы. Среди 16 месторождений выделяются Ловозерское, Юкспорское, Коашвинское (Мурманская обл.), Селигдарское (Республика Саха Якутия), Белозиминское (Иркутская обл.). Халькофильные элементы не образуют собственных месторождений, а находятся в медно-никилевых, медно-молибден-порфировых, медно-колчеданных, колчеданно-полиметаллических и полиметаллических рудах в качестве изоморфных примесей и извлекаются при их переработке.

Добыча этих металлов представляет собой сложный технологический процесс, сопряженный с заражением вод и почв ядовитыми и радиоактивными веществами, такими как фтор, ванадий, бериллий, литий, уран и торий. В хвостохранилищах накапливаются бериллий, литий, рубидий, цезий, калий, германий, вольфрам, тантал, ниобий. Канцерогенное воздействие на организм оказывает бериллий, содержащийся в атмосферной пыли [3].

Месторождения неметаллических полезных ископаемых не приносят в окружающую среду такого объема химических загрязнителей как месторождения металлических руд. В основном на этих месторождениях происходит перемещение огромных масс горных пород, в результате чего проявляются деформации в горном массиве, нарушается рельеф, возникают экзогенные процессы. Особенно велики объемы отчуждения земель, на долю которых приходится более половины площади всех горных отводов.

Экологические проблемы возникают при разработке фосфоритов. Фосфаты в России добывают в Кировской (Вятско-Камское) и Ленинградской (Кингисеппское) областях, апатиты – в Мурманской области (Хибинская группа, Ковдорское). Фосфоритовые руды труднообогатимы, характеризуются невысоким содержанием P_2O_5. В фосфоритах содержатся токсичные Sr, Mn, Zn, Cr, As, Ni, Co, V, Pb, Cu, Tl, Cd, Hg; радиоактивные U, Ra, Th, K; редкоземельные Ln, Ce, Pr, Nd. Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Yb. Добыча фосфоритовых и апатитовых руд ведет к образованию пыли, содержащей уран и продукты его распада. Почвы характеризуются многократным превышением фоновых концентраций алюминия, стронция, фосфора, фтора, природные воды загрязняются соединениями фтора, азота, фосфором, сульфатами, стронцием, свинцом, молибденом, бериллием, кобальтом.

Таким образом, в горнорудных районах образуются техногенные геохимические аномалии, которые негативно воздействуют на местные экосистемы.

Компоненты руд: медь, свинец, цинк, кадмий – занимают ведущие места в ряду токсичных химических элементов, угрожающих здоровью человека. К веществам с высокой степенью опасности относятся Hg, Pb, Cd, Cu, Zn. Известно, что целый ряд массовых заболеваний человека связан с образованием техногенных геохимических аномалий в окружающей среде: ртуть вызывает нейрологический эффект, кадмий и свинец обладают канцерогенными свойствами; избыток микроэлементов в организме приводит к эндемичным заболеваниям и т.д.

Для того чтобы снизить негативные явления, возникающие в процессе добычи и переработки полезных ископаемых, необходимо проводить мониторинговые исследования, разрабатывать и применять мероприятия по охране природных ресурсов, проводить восстановительные работы.

Литература

1. Андросова Н.К. Экологическая геология. Учебное пособие. – М.: МГОУ, 2010.

2. Андросова Н.К. Геохимия техногенеза в районах разработки месторождений полезных ископаемых. Записки горного института, т. 203. Проблемы рационального природопользования. Рецензируемый сборник научных трудов. – С-Пб, 2013.

3. Борисенок В., Соколов Б., Старостин В., Якобчук А. Горно-геологический комплекс России в условиях глобализации мировой экономики. – Вестн. Моск. ун-та, серия 4, геологи,. 2002.

4. Малиновский Ю, Прозоров Л. Экологические проблемы освоения минерально-сырьевых ресурсов. – М: РУДН, 2009.

5. Милютин А.Г, Андросова Н.К., Калинин И.С., Порцевский А.К. Экология: Основы геоэкологии. Учебник. – М., Юрайт, 2010.

Экологические особенности использования возобновляемых источников энергии

Е.Н. Соснин, Г.В. Пачурин, О.В. Маслеев, А.Ю. Кечкин
Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем устойчивого развития человечества является вопрос эмиссии парниковых газов, постоянный рост которых может привести к необратимым последствиям на планете. Основным источником парниковых газов является энергетика, а конкретно – процесс сжигания топлива. Снижение выбросов возможно путем отказа от традиционных путей развития энергетики, реализации мероприятий по энергосбереже-

нию, повышению энергоэффективности и развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В работе приведены результаты исследования экологического воздействия электростанций мощностью 60 кВт, состоящих из солнечных, ветровых установок и мини-ТЭЦ, работающих на биотопливе, на окружающую среду.

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, биотопливо, природный газ, атмосферный воздух, почва, парниковые газы, шум, окружающая среда,

Введение

Кафедра «Промышленная безопасность и экология» Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева проводит занятия со студентами всех факультетов и форм обучения по предметам «Экология», «БЖД» и дипломному проектированию. В частности для студентов энергетического направления:

– направления подготовки и специальности – 140400 «Электроэнергетика и электротехника» (профили направлений подготовки: «Электроэнергетические системы и сети», «Электромеханические системы автономных объектов», «Электротехнологические установки и системы», «Электрический транспорт», «Электропривод и автоматизация промышленных установок», «Электрооборудование автомобилей», «Электропривод и автоматика», «Менеджмент в электроэнергетике и электротехнике»;

– направления подготовки и специальности – 210100 «Электроника и наноэлектроника» (профили направлений подготовки: «Промышленная электроника и микропроцессорная техника»).

При проведении занятий по экологии со студентами энергетического направления необходимо акцентировать внимание на разделе «Экологическое воздействие традиционных и возобновляемых источников энергии на окружающую среду».

Использование органического топлива в энергетике является одной из главных причин наступающего экологического кризиса, который привел к высокому уровню загрязнения атмосферы оксидами углерода, серы, азота, сажи, углеводородов, в том числе канцерогенных, и изменению климата [8,10]. Около 60% парниковых выбросов антропогенного происхождения приходится на энергетический сектор. Снижение выбросов возможно путем реализации низкоуглеродных сценариев развития экономики страны [5,9], прописанных в Энергетической стратегии-2030. Их основой является отказ от традиционных путей развития энергетики, реализация мероприятий по энергосбережению, повышению энергоэффективности и развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1,4,6].

В данной работе приведены результаты исследования экологического воздействия электростанций мощностью 60 кВт, состоящих из солнечных, ветровых установок и мини-ТЭЦ, работающих на биотопливе, на окружающую среду. На рис. 1 показано возможное воздействие возобнов-

ляемых источников энергии на окружающую среду. Главным достоинством ВИЭ является использование неисчерпаемых природных ресурсов, таких как ветер, солнечная энергия и отходы жизнедеятельности животных. В отличие от традиционных нефти или газа биотопливо производится из возобновляемого биологического материала (растений, навоза или отходов) [6].

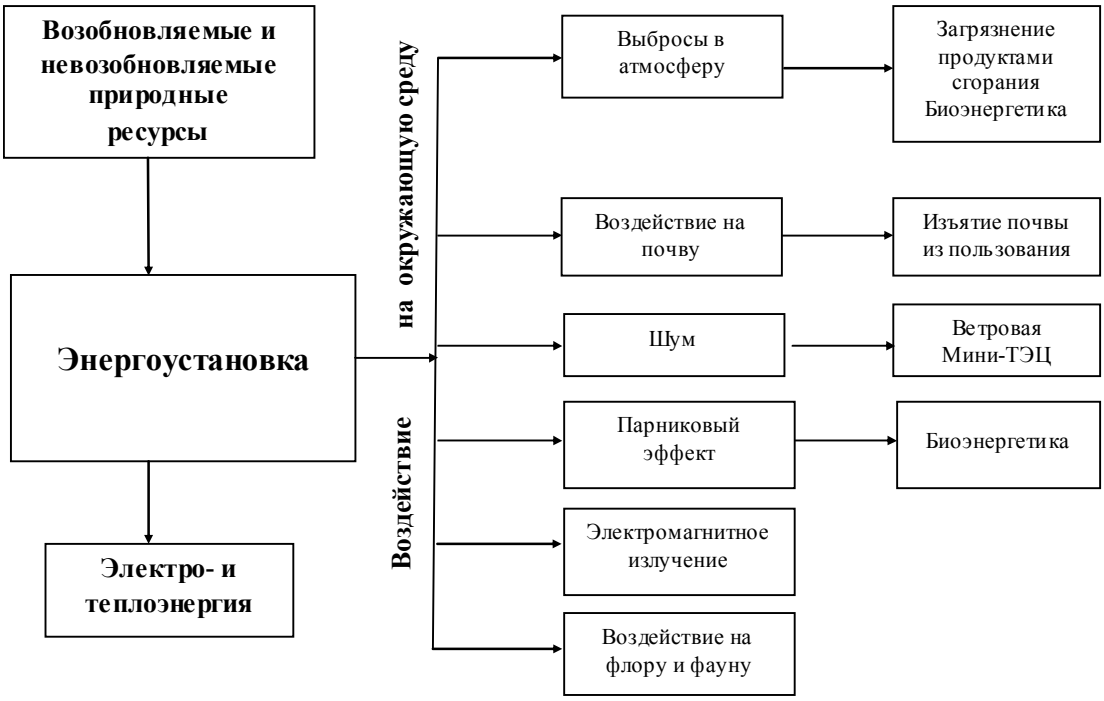


Рис. 1. Воздействие ВИЭ на окружающую среду

Биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах. Биогаз можно использовать в качестве топлива для мини-ТЭЦ, вырабатывающего электро и теплоэнергию, для самого животноводческого комплекса и близлежащих поселков.

Для мини-ТЭЦ, которые производят тепло и электроэнергию, необходимы водные ресурсы, используемые в системе отопления и ГВС. Воздух необходим для процесса сжигания органического топлива. Также для эксплуатации всех видов ВИЭ необходимо отчуждение земель.

1. Загрязнения атмосферного воздуха

Ветровые и солнечные установки в процессе эксплуатации не производят загрязнение атмосферы. Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух происходят при сжигании биотоплива на мини-ТЭЦ [3]. При работе источников энергии с газопоршневыми двигателями на биотопливе в атмосферу будут выбрасываться следующие вредные вещества: оксиды азота, оксид углерода, углеводороды.

Животноводческий комплекс, имеющий 350 коров, может обеспечить биогазом, который получают из навоза, мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями фирмы Caterpillar мощностью 64 кВт. Технические характе-

ристики газопоршневых установок Caterpillar приведены в табл. 1. В паспортных данных завод-изготовитель указывает уровни токсичности выхлопных газов (оксидов азота, оксида углерода и углеводороды) при работе на номинальном режиме.

Таблица 1

Технические характеристики газопоршневых установок

Модель установки	G3306
Топливо	биогаз
Расход топлива: биогаза (нм³/ч)	37,6
Уровни токсичности выхлопных газов	
NO_x при содержании O_2 5% (мг/нм³)	6055
CO при содержании O_2 5% (мг/нм³)	1218
HC (всего) при содержании O_2 5% (мг/нм³)	791

В соответствии с техническими характеристиками газопоршневых установок Caterpillar были рассчитаны валовые выбросы выбрасываемых вредных веществ. Расчет количественных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу выполнен в соответствии с ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» в универсальном программном комплексе «Призма». Результаты расчета максимальных приземных концентраций вредных веществ (CO, NO_2, NO, углеводородов) газопоршневых установок Caterpillar на биотопливе для дымовой трубы высотой 10 м и диаметром 0,3 м представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета максимальных приземных концентраций вредных веществ

Высота трубы, м	Диаметр трубы, м	Мощность, кВт	Максимальные приземные концентрации вредных веществ, доли ПДК			
			CO	NO_2	NO	CH
10	0,3	64	0,00521	0,7730	0,0267	0,00516

Вывод: концентрации всех вредных веществ не превышают ПДК.

2. Загрязнение почвы

При эксплуатации возобновляемых ВИЭ не образуется отходов, загрязняющих почву. Однако для строительства станции необходимо изъятие земель из окружающей среды. А эти площади земли были заняты естественными экологическими системами, которые включают определенные виды животных и растений. Строительство станции может изменить ареал обитания, что может привести к изменению состава экологической системы.

Площадь станции будет зависеть от вида ВИЭ. Средние удельные площади станций для различных видов ВИЭ приведены в табл. 3.

Площади, изымаемые у окружающей природной среды, были заняты лесами, полями или другими естественными экологическими системами.

Таблица 3

Удельная площадь станции для различных видов ВИЭ

	Вид ВИЭ	Удельная площадь, $м^2$/кВт	Площадь электростанции мощностью 60 кВт
1	Ветровые	200	12 000
2	Солнечные	10	600
3	Биоэнергетика	200	12 000

Изъятие больших площадей приводит к уменьшению образования органической массы в процессе фотосинтеза в зеленых растениях. Средняя продуктивность для лесов составляет 7 т/га за год.

Растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Уменьшение площади растений приводит к изменению баланса кислорода и углекислого газа. Деревья, поглощая углекислый газ, способствуют уменьшению интенсивного парникового эффекта. При отчуждении территории для строительства электростанции этот процесс нарушается.

Известно, что максимальной способностью поглощать углекислый газ обладают леса, и величина эта составляет за год 4 т/га. Исходя из этого, можно определить, величину уменьшения поглощения углекислого газа при вырубке леса для строительства электростанции. Результаты расчетов уменьшения поглощения углекислого газа лесами и уменьшение образования органической массы представлены в табл. 4.

Таблица 4

Уменьшение поглощения углекислого газа лесами и уменьшение образования органической массы

Параметр	Вид ВИЭ	
	солнечные	ветровые
Площадь, занимаемая электростанцией, га	0,06	1,2
Удельное поглощение лесом углекислого газа, т/га	4	4
Уменьшение поглощения углекислого газа, т	0,24	4,8
Продуктивность лесов, т/га за год	7	7
Уменьшение образования органической массы, т	0,42	8,4

Анализ данных таблицы 4 показывает, что наибольшую площадь занимают ветровые станции и биоэнергетика. Это может привезти к ограничению выбора места для строительства.

3. Эмиссия парниковых газов

Основными источниками эмиссии парниковых газов являются ВИЭ, на которых происходит процесс сжигания органического топлива. Ветровые и солнечные установки в процессе эксплуатации не принимают участие в парниковом эффекте.

Для оценки вклада в парниковый эффект объектов биоэнергетики провели сравнение двух вариантов эксплуатации животноводческого комплекса на 350 голов крупного рогатого скота: 1) применяется сбор и хранение навоза животных, из которого выделяется парниковый газ метан, 2) установлены установки для получения биогаза, который сжигается на мини-ТЭЦ [3,9].

На рис. 2 показаны результаты расчета эмиссии парниковых газов для мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями мощностью 60 кВт, работающими на биотопливе, и выделяющиеся при хранении навоза.

Таким образом, при переходе от стандартного использовании систем хранения навоза на мини-ТЭЦ, работающей на биотопливе, эмиссия парниковых газов сокращается практически в 10 раз.

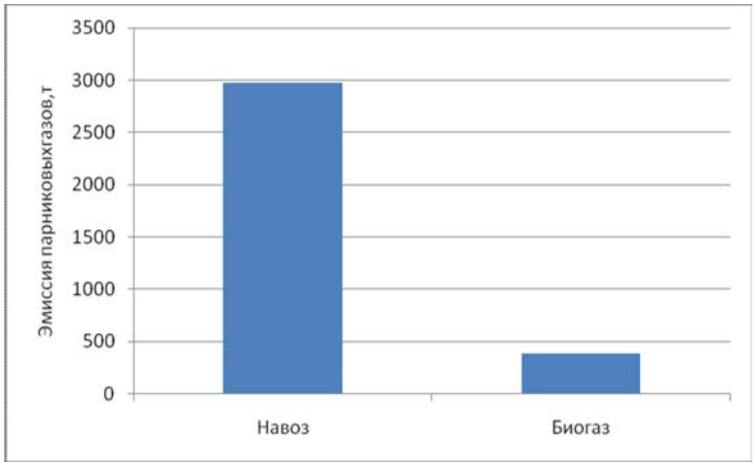


Рис. 2. Эмиссии парниковых газов, образующиеся при сжигании биогаза и выделяющиеся при хранении навоза

4. Акустическое воздействие возобновляемых источников энергии на окружающую среду

Основными источниками шумового загрязнения являются ветровые ВИЭ и биоэнергетика. Солнечные установки в процессе эксплуатации не являются источниками шума. Мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями, работающими на биотопливе, не оказывают акустическое воздействие на окружающую среду. Источниками шума являются узлы и агрегаты двигателя, а также газодинамические процессы, происходящие в системах и топливной аппаратуре [7]. Ветровые энергетические установки производят механический шум от работы механических и электрических компонентов, аэродинамический шум от взаимодействия ветрового потока с лопастями установки.

Результаты исследований акустического воздействия для различных ВИЭ мощностью 60 кВ представлены на рис. 3, где показаны зависимости уровня шума от расстояния до источника.

Таким образом, минимальный уровень шума наблюдается у мини-ТЭЦ. Мини-ТЭЦ возможно располагать на расстоянии 50 м, ветровые ВИЭ – на расстоянии 100 м. Расстояние от источника шума до жилых домов для соблюдения санитарных норм необходимо определять в зависимости от мощности установки.

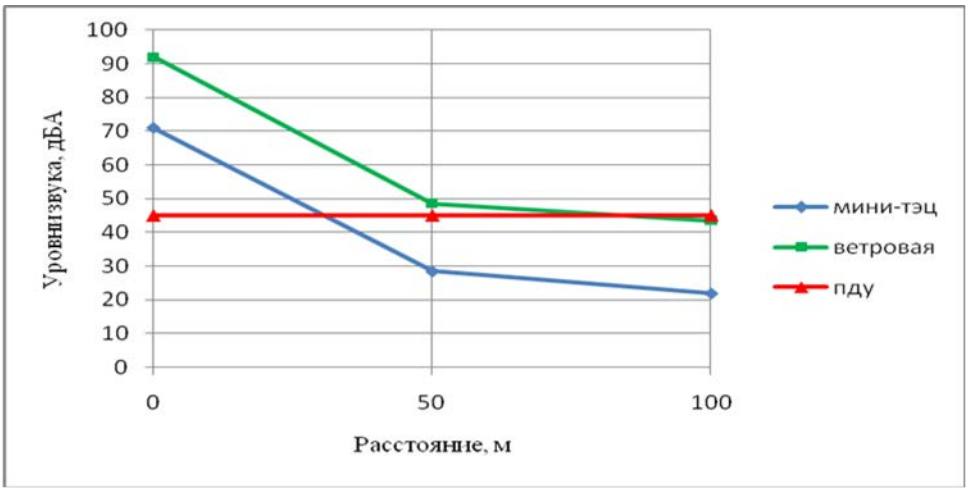


Рис. 3. Зависимости уровня шума, создаваемого различными ВИЭ, от расстояния

5. Электромагнитное излучение

Источником электромагнитного излучения промышленной частоты являются все виды ВИЭ. Однако, сети напряжением 0,4 кВ и ниже, создают электромагнитное поле малой величины, которое не оказывает существенного влияния на окружающую среду.

Для ветровой энергетики одним из направлений отрицательного воздействия на окружающую среду является создание электромагнитных помех. Проблема создания электромагнитных помех проявляется при расположении ветровых турбин недалеко от радиотелевизионных станций. Передачи в радиодиапазоне (в основном FM вещания частот), зависят от препятствий между передатчиком и приемником. Ветротурбины могут привести к искажению сигнала.

При передаче сигнала могут создаться внешние помехи, к которым относятся промышленные и атмосферные помехи. ВИЭ может являться источником электромагнитных периодических помех в достаточно широком диапазоне частот от инфранизких до высоких частот, которые оказывают негативные воздействия, как на качество работы телерадиовещательной аппаратуры, так и на физическое тело и психофизиологию человека. Однако лопасти современных ветровых турбин производятся исключительно из синтетических материалов, которые оказывают минимальное воздействие на передачу электромагнитного излучения.

6. Влияние на флору и фауну

Основное влияние на флору и фауну оказывают ветровые и ВИЭ, на которых происходит процесс сжигания органического топлива. Солнечные установки в процессе эксплуатации практически не оказывают влияния на окружающую среду.

Ветроэнергетика может оказывать негативное воздействие на птиц, нарушая места гнездования и кормежки, а также принося гибель или увечья, вызываемые вращающимися лопастями ветроустановки. Как правило, птицы замечают появившиеся в ареале их обитания новые постройки, учатся их избегать (особенно вращающиеся лопасти) и продолжают здесь кормиться и размножаться. Проблемы более вероятны, если ветроустановки размещены на маршрутах миграции большого количества птиц или в особо привлекательных местах кормежки или гнездования. Этих проблем можно избегать путем тщательного выбора места размещения ветроустановок. Кроме того, современные ветровые установки, лопасти которых поворачиваются медленнее, чем у более ранних моделей, создают в этом отношении гораздо меньше проблем.

Отрицательное влияние загрязнения атмосферы при сжигании органического топлива выражается в ухудшении здоровья людей и животных, снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Воздействию вредных веществ подвержены лесные угодья. Неблагоприятное действие оказывают оксиды азота и серы, разрушающие хлорофилл растений, повреждающие листья и хвою. Диоксид серы вызывает ухудшение состояния больных с легочными заболеваниями. Диоксид азота оказывает раздражающее действие на дыхательные пути и слизистую оболочку глаза. Оксиды азота, поглощая естественную солнечную радиацию, снижают прозрачность атмосферы и способствуют образованию фотохимического смога. Оксид углерода изменяет состав крови, приводит к нарушению деятельности нервной деятельности. При сжигании органического топлива в дымовых газах образуется полициклический углеводород бензапирен, обладающий канцерогенными свойствами.

Выводы

При выборе вида возобновляемого источника энергии необходимо учитывать:

– существующую экологическую обстановку в районе строительства, то есть степень загрязнения атмосферного воздуха, наличия и состояние рек и озер, почвы, наличия особо охраняемых территорий, растений и животных;

– источниками загрязнения атмосферы являются биоэнергетика, у которых концентрации всех вредных веществ не превышают ПДК;

– источником эмиссии парниковых газов являются биоэнергетика;

– при эксплуатации возобновляемых ВИЭ не образуется отходов, загрязняющих почву. Однако для строительства станции необходимо изъя-

тие земель из окружающей среды;

– источниками шума являются все виды ВИЭ, кроме солнечных, а максимальный уровень шума создают ветровые ВИЭ.

Литература

1. Дудникова Л.В. Маслеева О.В. Курагина Т.И. Пачурин Г.В. Экологичность объектов тепло-электроснабжения предприятий // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – №4. – С. 148-152.

2. Маслеева О.В., Петров А.А., Пачурин Г.В. Оценка парникового эффекта мини-ТЭЦ с различными двигателями // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – №6 (часть 2). – С. 60-61.

3. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Соснина Е.Н., Шалухо А.А. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха при сжигании биогаза на когенерационных установках // Экология и промышленность России. – 2012. – № 12. – С. 48-50.

4. Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Экологическая и экономическая целесообразность использования биотоплива // Фундаментальные исследования. – 2012. – №6 (1). – С. 139-144.

5. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Соснина Е.Н., Шалухо А.В. Оценка эмиссии парниковых газов при использовании биотоплива. «Экология и промышленность России». – 2012. – №9. – С. 36-40.

6. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Соснина Е.Н., Шалухо А.В. Анализ принципов работы биогазных установок // Экология и промышленность России. – 2012. – № 10. – С. 10-14.

7. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Соснина Е.Н. Акустическое воздействие ветроэнергетических установок на окружающую среду // Экология и промышленность России. – 2013. – № 9.

8. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Сравнительная оценка вариантов решения проблемы парниковых газов в энергетике // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №3. URL: www.science-education.ru/109-9493 (дата обращения: 27.06.2013).

9. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Филатов Д.А. Влияние вида топлива мини-ТЭЦ на эмиссию парниковых газов // Фундаментальные исследования. – 2013. – №6 (1). – С. 72-75.

10. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Филатов Д.А. Экологическое воздействие мини-ТЭЦ с газопоршневыми и дизельными двигателями на окружающую среду // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (1). – С. 76-80.

Разработка системы индикаторов промышленной безопасности для экологически опасных объектов

С.Ю. Маринин, В.В. Новиков, Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет

Проблема экологического риска становится актуальной не только для Краснодарского края, но и для всей нашей планеты. К сожалению, экологическая безопасность в том виде, в каком ее представляют ученые, остается пока мечтой. Особенно тревожат вопросы техногенной опасности, ненадежности технических систем (число аварий все увеличивается).

В последнее время происходит усиление взаимовлияния природных и техногенных опасностей. Проблема их взаимодействия – одна из самых мало разработанных в мировой практике. Исключительно актуальна она и для Краснодарского края, поскольку здесь совмещено большое количество и природных и техногенных опасностей.

В крае сосредоточено большое количество мощных техногенных объектов, которые, подвергаясь влиянию природных катаклизмов, и сами, в свою очередь, могут провоцировать различные опасности – взрывы, непредвиденные выбросы, загрязняющие окружающую среду и т.д. Важно не просто констатировать сложные ситуации, а научиться предотвращать их, опираясь на систему оперативной оценки всех факторов, определяющих вероятность и масштабность эколого-экономического риска.

Экологическая безопасность региона, обусловленная антропологической составляющей, в значительной степени зависит от промышленной безопасности предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты (ОПО). Любая авария с выбросом или розливом вредных веществ на таких предприятиях влечет за собой загрязнение окружающей среды и, как следствие, нарушение экологии прилегающей к предприятию территории.

Для предупреждения таких аварий и инцидентов, как минимум, необходимо прогнозировать ее появление с достаточной степенью достоверности.

В целях составления такого прогноза возникает необходимость выделения индикаторов промышленной безопасности экологически опасного объекта (ЭОО).

В настоящее время состояние промышленной безопасности оценивается, как правило, величиной риска R. Существует большое количество методик, используемых для оценки величины риска. Однако, учитывая тот факт, что данные методики сложны и громоздки и применяются, как правило, для конкретных производств – использование их для целей прогноза затруднено. Вместе с тем, в последнее время, как в России, так и за рубежом все чаще используются методы качественной или качественно – количественной оценки риска [1]. В данной статье предлагается подход к оцен-

ке состояния промышленной безопасности ЭОО с помощью введения системы индикаторов.

Анализ требований, предъявляемых к предприятиям, эксплуатирующих опасные производственные объекты [2], показал, что нормальное функционирование и безаварийная работа предприятия зависит от: технического состояния оборудования, соблюдения технологии производства, соблюдения эксплуатационных мероприятий, подготовки и квалификации персонала.

Поэтому в качестве индикаторов промышленной безопасности были выбраны соответственно:

– индикатор технического состояния оборудования ($N_{тс}$);
– индикатор соблюдения технологии производства ($N_{ст}$);
– индикатор эксплуатации оборудования ($N_{эо}$);
– индикатор подготовки и квалификации персонала ($N_{Пер}$).

Рассмотрим подход к разработке индикаторов на примере технического состояния оборудования и соблюдения технологии производства.

Техническое состояние оборудования определяется множеством факторов, в число которых входят: год выпуска, год ввода в эксплуатацию, расчетный срок службы, остаточный ресурс, переработка после расчетного срока службы, укомплектованность приборами регулирования и защиты, износ расчетных конструкций, своевременность проведения экспертизы ПБ и др.

Анализ показателей технического состояния оборудования показал, что ряд показателей несут чисто информационную нагрузку. Это такие, как: год выпуска оборудования, год ввода в эксплуатацию, расчетный срок службы; поэтому при расчете интегрального показателя могут не учитываться.

Вычисление интегрального значения индикатора технического состояния оборудования производится с использованием математического аппарата метрологического преобразования (квалиметрии) шкал надежности.

Исходя из вышесказанного, расчет численного значения индикатора технического состояния основного оборудования проводится следующим образом:

$$N_{ТС} = \sqrt[5]{N_{Ост\ рес} \cdot N_{Пер} \cdot N_{Ук} \cdot N_{Изн} \cdot N_{ЭПБ}}\ , \qquad (1)$$

где $N_{Ост\,рес} = e^{-(\frac{X_1}{3})^2}$ – показатель остаточного ресурса;

$N_{Пер} = e^{-(\frac{X_2}{3})^2}$ – показатель переработки после расчетного срока службы;

$N_{Ук} = e^{-(\frac{X_3}{3})^2}$ – показатель укомплектованности приборами регулирования и защиты;

$N_{Изн} = e^{-(\frac{X_4}{3})^2}$ – показатель износа расчетных конструкций;

$N_{ЭПБ} = e^{-(\frac{X_5}{3})^2}$ – показатель своевременности проведения экспертизы промышленной безопасности,

X_i – величина понижающего коэффициента в баллах.

Система предлагаемых индикаторов и подиндикаторов промышленной безопасности экологически опасных объектов представлена на рис. 1.

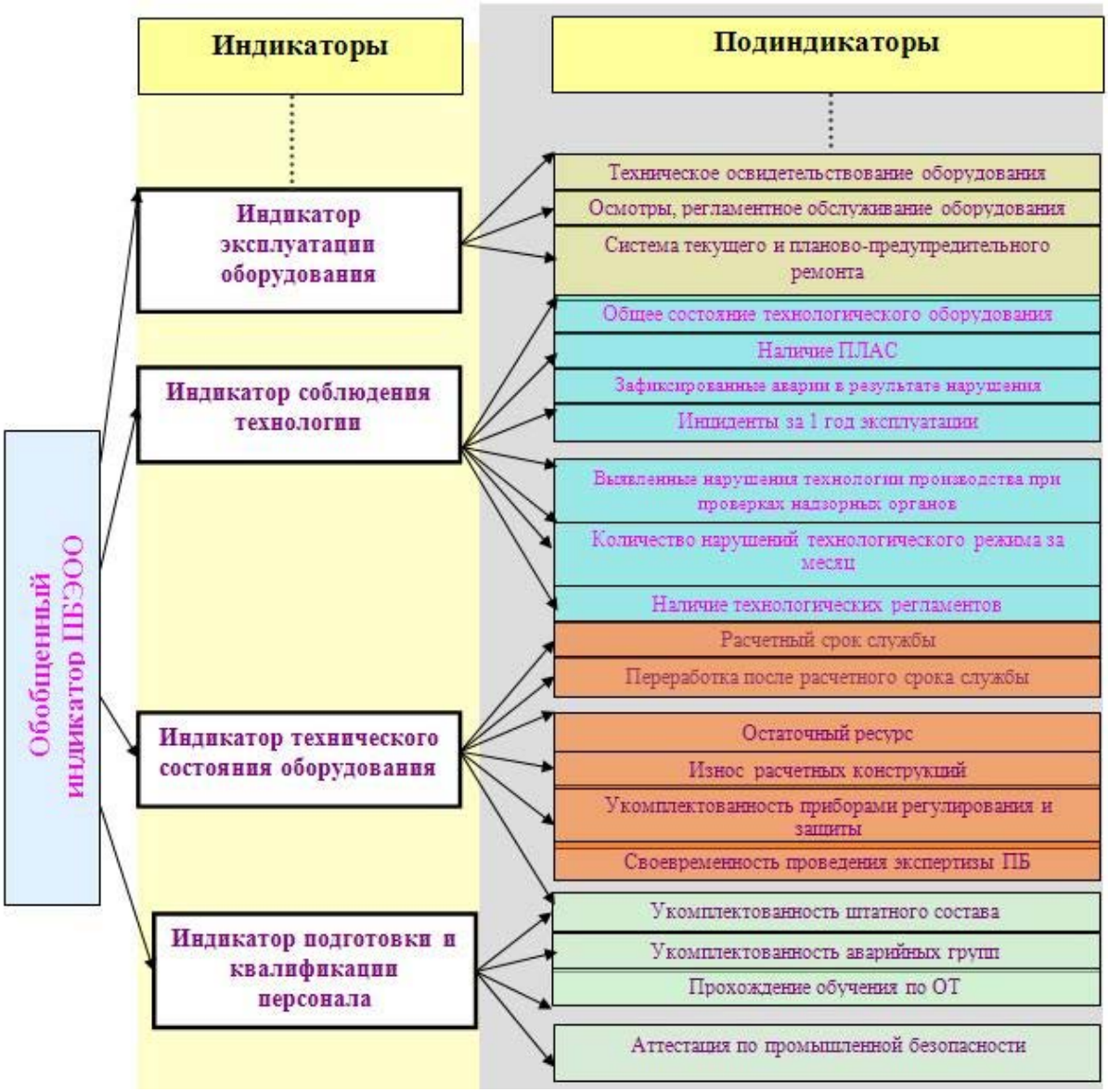


Рис. 1. Система индикаторов промышленной безопасности ЭОО

Для удобства сбора исходной информации по оценке индикаторов ПБ была разработана форма, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Исходная информация для оценки индикаторов промышленной безопасности

Наименование индикатора	Подиндикаторы	Характеристика показателей	Наименование оборудования			
1.Техническое состояние основного оборудования	Год выпуска					
	Год ввода в эксплуатацию					
	Расчетный срок службы (ресурс)					
	Остаточный ресурс (лет)					
	Своевременность проведения ЭПБ	% своевременного проведения ЭПБ				
	Переработка после расчетного срока службы (в годах)					
	Укомплектованность приборами регулирования и защиты (РиЗ)	Полная, согласно проекта				
		Полная, наличие неповеренного оборудования				
		Отсутствие или неработоспособность отдельных приборов РиЗ				
		Отсутствие приборов РиЗ. Полное ручное управление				
	Износ расчетных конструкций	Новое оборудование				
		10% износ от расчетных толщин до допустимой				
		20% износ от расчетных толщин до допустимой				
		30% износ от расчетных толщин до допустимой				
		40% износ от расчетных толщин до допустимой				
		Предельно допустимый износ (100%)				

Для обработки полученной информации по вычислению индикаторов промышленной безопасности экологически опасных объектов появляется необходимость введения понижающих коэффициентов. В основу методики назначения понижающих коэффициентов для расчета индикаторов промышленной безопасности экологически опасных объектов положен метод экспертной бальной оценки. Диапазон изменения понижающих коэффициентов выбран от 0 до 10. Назначение конкретных значений понижающих коэффициентов произведено путем привлечения экспертов (специалисты Ростехнадзора, специалисты предприятий) с использованием

специально разработанных таблиц. Величины понижающих коэффициентов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Назначение понижающих коэффициентов для интегральных показателей

Наименование индикатора	Показатели	Обозначение	Характеристика показателей	Понижающий коэффициент
1. Техническое состояние основного оборудования	Остаточный ресурс (лет)	X_1	10 лет и более	0
			5 лет	1
			4 года	2
			3 года	3
			2 года	4
			1 год	5
			0	6
	Переработка после расчетного срока службы (в годах)	X_2	1 год	1
			2 - 4 года	2
			5 - 6 лет	4
			7 - 8 лет	6
			Более 10 лет	10
	Укомплектованность приборами регулирования и защиты (РиЗ)	X_3	Полная, согласно проекта	0
			Полная, наличие не поверенного оборудования	2
			Отсутствие приборов РиЗ. Полное ручное управление	4
			Отсутствие или неработоспособность отдельных приборов РиЗ	6
	Износ расчетных конструкций	X_4	Новое оборудование	0
			10% износ от расчетных толщин до допустимой	2
			20% износ от расчетных толщин до допустимой	3
			30% износ от расчетных толщин до допустимой	4
			40% износ от расчетных толщин до допустимой	5
			50% износ от расчетных толщин до допустимой	6
			Предельно допустимый износ (100%)	10
	Своевременность проведения ЭПБ (%)	X_5	100 %	0
			90%	1
			80%	3
			70%	4
			60%	5
			50%	6
			Менее 50%	7

Безаварийная работа предприятия, прежде всего, зависит от соблюдения технологии производства, поэтому вторым индикатором состояния промышленной безопасности выбран «Индикатор соблюдения технологии».

Анализ информации, характеризующей соблюдение технологии, позволил выбрать следующие показатели:

– общее состояние технологического оборудования;

– зафиксированные аварии в результате нарушения технологии производства;

– инциденты за 1 год эксплуатации;

– выявленные нарушения технологии производства при проверках надзорных органов;

– наличие ПЛАС;

– наличие технологических регламентов;

– количество нарушений норм технологического режима за месяц.

При ближайшем рассмотрении видно, что структурно он состоит из пяти подиндикаторов, один из которых имеет пять информационных блоков, участвующих в расчете его величины.

Вычисление интегрального значения индикатора соблюдения технологии производится по тем же правилам, что и предыдущего индикатора, описанного ранее.

N_{CT} – интегральный показатель соблюдения технологии;

$$N_{CT} = \sqrt[6]{N_{TO} \cdot N_{Авар} \cdot N_{Инц} \cdot N_{Нар} \cdot N_{ПЛАС} \cdot N_{TP}}, \quad (2)$$

где $N_{TO} = e^{-(\frac{X_6}{3})^2}$ – показатель состояния технологического оборудования;

$N_{Авар} = e^{-(\frac{X_7}{3})^2}$ – показатель аварийности в результате нарушения технологии производства;

$N_{Инц} = e^{-(\frac{X_8}{3})^2}$ – показатель инцидентов за 1 год эксплуатации;

$N_{Нар} = e^{-(\frac{X_9}{3})^2}$ – показатель выявленных нарушений технологии производства при проверках надзорных органов;

$N_{ПЛАС} = e^{-(\frac{X_{10}}{3})^2}$ – показатель наличия ПЛАС;

$N_{TP} = e^{-(\frac{X_{11}}{3})^2}$ – показатель наличия технологических регламентов.

Вычисление обобщенного показателя промышленной безопасности предприятия производится по выражению:

$$N_{ПБ} = \sqrt[4]{N_{ТС} \cdot N_{СТ} \cdot N_{ЭО} \cdot N_{Пер}} \qquad (3)$$

Данная методика была апробирована на ряде предприятий Краснодарского края в ходе выполнении научно-исследовательских и изыскательских работ в области охраны окружающей среды по реализации мероприятия «Оценка эколого-экономического риска влияния химических предприятий на качество окружающей среды в зоне рассеивания выбросов» [3].

Применение системы индикаторов промышленной безопасности позволило провести сравнительную оценку состояния промышленной безопасности на ряде предприятий химической промышленности, ранжирование данных предприятий по степени опасности с точки зрения возможных последствий экологического характера на окружающую среду. Полученная информация может быть использована администрацией (управленческими структурами) для принятия превентивных мер с учетом ранжирования.

Оценка состояния промышленной безопасности на предприятиях с ОПО при помощи индикаторов позволяет не только прогнозировать опасность возникновения аварий и катастроф, но и показывает пути их предотвращения.

Таким образом, внедрение системы индикаторов ПБ на предприятиях с ОПО в практическую деятельность – есть первый шаг к переходу на эффективную систему управления промышленной безопасностью экологически опасных предприятий.

Литература

1. Маринин С.Ю., Ксандопуло С.Ю., Новиков В.В., Зитнер А.В. Разработка системы прогнозирования аварий и катастроф на опасном производственном объекте на основе индикаторов промышленной безопасности // Научно технический журнал «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе» – 2008. – № 10.

2. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116 «О промышленной безопасности опасных промышленных объектов»

3. Отчет о НИР. Куб ГТУ, № 1.38.12.01 – 2007.

Влияние антропогенных факторов на городские леса Нижнего Приангарья

А.Б. Иметхенов, О.П. Курек, В.А. Арасланова, О.А. Иметхенов
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Для сохранения экологического равновесия Нижнего Приангарья особая роль принадлежит лесам, занимающим 88,8% всей площади водосборного бассейна и выполняющим важнейшие водоохранные, водорегулирующие и почвозащитные функции (Леса…, 1997). В связи с созданием водохранилищ ангарского каскада ГЭС, а также строительством крупных лесопромышленных комплексов, в регионе создалась напряженная экологическая обстановка, повлекшая за собой изменение всей экосистемы бассейна р. Ангары (Арасланова, 2006). Здесь на первом месте – лесные пожары, рубка хвойных лесов и подверженность их различным заболеваниям, атмосферное промышленное загрязнение, представляющие наибольшую опасность для всей экосистемы Нижнего Приангарья.

Нижнее Приангарье богато не только своими природными ресурсами, но существованием и успешным функционированием города в таежной зоне севера Сибири. При проектировании и строительстве г. Усть-Илимск было предусмотрено сохранение целых лесных массивов естественной природной среды. И, естественно, симбиоз городской среды и таежной растительности стал объектом изучения и прохождения производственной практики студентов Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления с 2006 года.

В ходе прохождения производственных практик перед студентами и аспирантами были поставлены следующие задачи:

– изучение породного и возрастного состава лесов, произрастающих в черте г. Усть-Илимск;

– выявление наиболее опасных пирологических участков, связанных с отравлением из-за сильного обескислороживания атмосферного воздуха, резкого повышения концентрации CO и других вредных примесей;

– выявление нарушений, связанных с рассмотрением уголовных дел, возбуждаемых по фактам совершения самовольных рубок;

– разработка профилактических мероприятий по охране городских лесов от пожаров и по экологическому просвещению населения и молодежи;

– подготовка предложения о создании лесничеств и лесопарков в городских лесах;

– разработка нормативных актов о допустимых рекреационных нагрузках для городских лесов Усть-Илимска.

Усть-Илимские городские леса расположены в границах муниципального образования «город Усть-Илимск». Общая площадь по данным

лесоустройства 2009 г. составляет 8804 га. Лесные массивы разделены на две части: левобережная часть города (кварталы 1-26) и правобережная часть – (кварталы 27-74). Разработка схем и каталог координат границы лесных участков были установлены по данным картосхемы лесоустройства и картографических материалов (Курек, 2011). По целевому назначению городские леса г. Усть-Илимска отнесены к защитным (Лесной кодекс), виды разрешенного использования которых представлено на рис. 1.

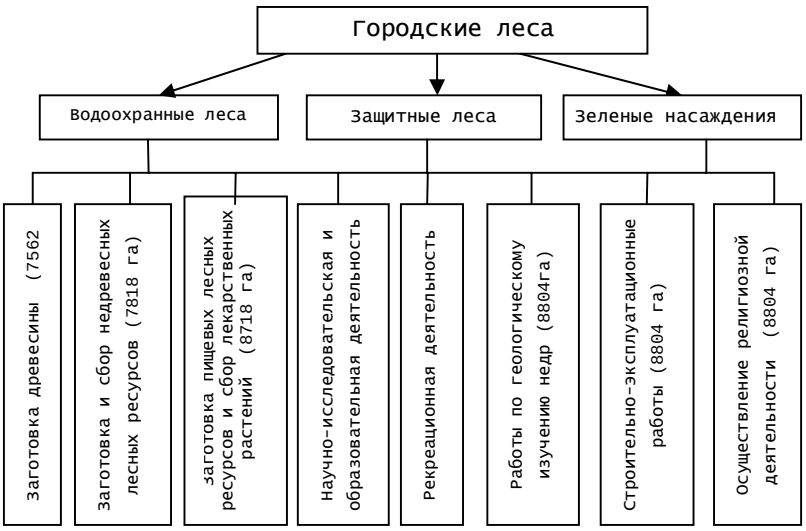


Рис. 1. Категории городских лесов и виды разрешенного использования

Согласно перечню лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации (приказ Минсельхоза РФ от 04.02.2009 №37), городские леса отнесены к Приангарскому лесному району таежной лесорастительной зоны Сибири. Основными лесообразующими породами в городских лесах являются сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель сибирская, береза повислая, тополь дрожащий (осина). Согласно ст. 102 Лесного кодекса РФ (введен в действие с 01.01.2007 г.), городские леса по целевому назначению отнесены к защитным лесам, выполняющим функции защиты природных и иных объектов. Правовой режим городских лесов г. Усть-Илимска регулируется ст. 105 Лесного кодекса (табл. 1).

В ходе проведения производственной практики нами были разработаны практические мероприятия с учетом экологической ситуаций в городе:

– предложена ширина прохождения водоохраной зоны Усть-Илимского водохранилища в черте г. Усть-Илимск, согласно Водному кодексу РФ (ФЗ от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ), в пределах 50 м, а отдельные участки береговой полосы, имеющие ценное рыбохозяйственное значение (места нереста и нагула рыб и других водных биологических ресурсов) – 100 м;

Таблица 1

Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории городских лесов г. Усть-Илимск

№ п/п	Категории земель	Площадь, га	%
1.	**Общая площадь земель**	8804	100
2.	***Лесные земли*** – всего, из них:	8717	99,0
2.1.	Земли, покрытые лесной растительностью – всего	8480	96,3
2.2.	Не покрытые лесной растительностью земли – всего:	237	2,7
	– гари	231	2,7
	– вырубки	3	
	– пустыри	3	
3.	***Нелесные земли*** – всего:	87	1,0
3.1.	Сельскохозяйственные угодья (пастбища, пойменные луга)	2	
	Водно-болотные угодья (реки, ручьи, озера, пруды)	6	0,1
3.2.	Дороги и просеки	34	0,4
	– дороги, тропы, спортивные трассы	27	0,3
	– просеки, окружные границы, геологические профили	2	
	– противопожарные разрывы	5	0,1
3.3.	Усадьбы, земли, занятые сооружениями и прочие	31	0,3
3.4.	Прочие земли – карьеры и др.	15	0,2

– предложена ширина защитных полос городских лесов, расположенных вдоль железнодорожных путей, федеральных и местных автомобильных дорог, линий ЛЭП согласно ГОСТ 17.5.02-90 «Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос лесов вдоль железных и автомобильных дорог» в пределах от 50 до 300 м, в зависимости от зон санитарной охраны объектов;

– разработана временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового отдыха населения для регулирования практикуемых видов деятельности (сезонный отдых в пионерских лагерях, домах отдыха, турбазах, занятие садоводством и огородничеством, сенокошение и пастьба скота, регулирование свалок бытового мусора и промышленных отходов и неорганизованных стоянок автотранспорта);

– предложено использовать городские леса по видам разрешенного допуска в соответствии со ст. 25 Лесного кодекса РФ (выборочная санитарная рубка и заготовка и сбор дикоросов);

– осуществлено специальное исследование по лесоустройству с учетом посетителей в зависимости от категорий посетителей, сезонов года и других параметров с целью определения рекреационной нагрузки на лесные насаждения;

– разработана методика проведения профилактических мероприятий по защите лесов от вредителей и болезней и предупреждение их распространения, а в случае их возникновения, отнесенных к карантинным объектам, – на их локализацию и ликвидацию (ст. 54 Лесного кодекса РФ) (Иметхенов, Курек, 2011);

– дополнены отдельные пункты к санитарным требованиям по использованию городских лесов (загрязнение лесов промышленными и бытовыми отходами, загрязнение почвенного покрова пестицидами, агрохимикатами и другими опасными веществами и отходами, уничтожение, разорение гнезд, муравейников, нор и других мест обитания животных и др.);

– дана рекомендация по использованию земель, занятыми лесными насаждениями для строительства и реконструкции промышленных объектов и жилых зданий, эксплуатации линий электропередач, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных сооружений, могущих ухудшать санитарное состояние лесов;

– проводится ежегодный конкурс среди школьников города по организации противопожарных мероприятий (тушение лесных пожаров в городских лесах, организация патрулирования в пожароопасный период);

– создана база данных и идет накопление информации по лесным насаждениям г. Усть-Илимска по категориям городских лесов совместно с отделом лесов при Департаменте недвижимости Администрации города. За отчетный период в городских лесах сложилась следующая ситуация (рис. 2):

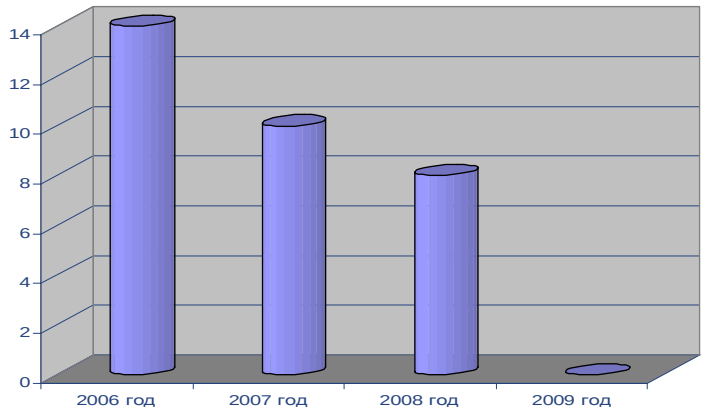


Рис. 2. Количество лесных пожаров на территории городских лесов

Приведенные данные свидетельствуют о положительной роли совместной деятельности муниципальной службы и студенческого коллектива по проведению противопожарной профилактики и подготовке к тушению лесных пожаров с учетом климатических условий и осуществление целого ряда лесоводческих мероприятий.

Следует отметить, что остается еще много нерешенных проблем, связанных с дополнительными профилактическими мероприятиями.

1. Поскольку созданы благоприятные условия для массового размножения стволовых вредителей, резко снижающих деловые качества древесины, необходимо оснастить лесное хозяйство района дополнительным количеством производительной техники и решить проблему использования неликвидной древесины.

2. Границы защитных лесов обозначить по периметру предупредительными и информационными знаками в соответствии с требованиями Инструкции по межеванию земель, Москва, 1996 г.

3. Целесообразно выполнить прокладку пешеходных троп туристического маршрута и для оптимизации их пользования промаркировать (установка деревянных столбов с пиктограммами и номерами, размещение информации).

4. Для решения проблемы накопления ТБО необходимо информировать посетителей о мерах по предотвращению замусоривания тропы и стоянок как устно, так и в виде информационных столбов.

5. Привести в порядок проведение выборочных рубок в городских лесах, выполняющих функции защиты природных и иных объектов. В случаях, когда выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений (утрачены средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции) в таких случаях в виде исключения, проводить сплошные рубки.

6. Отрегулировать ежегодный объем изъятия древесины в средневозрастных, приспевающих, спелых, перестойных лесных насаждениях при уходе за лесами с учетом возраста рубок, уходе по группам пород и классам бонитета с подразделением их на чистые и смешанные.

7. Предлагается установить лесохозяйственный регламент за сохранением единичных деревьев на площади 741 га (запас древесины 20,7 тыс. $м^3$), с высокими декоративными и эстетическими качествами, украшающие городской ландшафт.

8. Необходимо упорядочить разрубку квартальных просек, противопожарных разрывов и строительство автомобильных дорог на участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов лесной инфраструктуры и объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры. В результате проведения таких работ улучшаются эстетические и санитарно-гигиенические свойства леса, повышается устойчивость насаждений к рекреационным нагрузкам, а также будут формироваться новые ландшафты.

9. Рекомендовать нормативные требования и необходимые параметры рубок лесных насаждений (осветление, прочистка, прореживание, проходные рубки (табл. 2).

10. При таксации леса ландшафтные рубки, как самостоятельный вид ухода не предусмотрены, но они, по нашему мнению, могут способствовать формированию лесопарковых ландшафтов, повышению долговечно-

сти и устойчивости насаждений, улучшению их водоохранных, почвозащитных, эстетических и санитарно-гигиенических свойств (табл. 3).

Таблица 2

Возрастные периоды проведения различных видов рубок ухода за городским лесом

Виды рубок ухода за лесом	Возраст лесных насаждений по преобладающим древесным породам, лет			
	сосна и лиственница	кедр	ель и пихта	береза и осина
Уход за молодняками (осветления и прочистки)	до 40	до 40	до 40	до 20
Прореживания	41-60	41-80	41-60	21-40
Проходные рубки	более 60	более 80	более 60	более 40

Таблица 3

Основные рекомендации по проведению ландшафтных рубок

Признаки элементов ландшафта	Рекомендуемые решения
Расположение групп и отдельных деревьев на площади	Неравномерное: – ближе к дороге мелкие группы лесных насаждений со светлой листвой, дальше от дороги крупные деревья с красивыми кронами, листьями, цветами, плодами; – деревья с красивыми силуэтами на расстоянии 20-30 м от дороги; – деревья с плакучими кронами у водоемов, на поляне и опушке; – деревья с раскидистыми кронами свободно на поляне; в северной части полян и водоемов – плотные группы; на гребнях холмов и обрывов – высокие деревья, у подножья – низкие (для усиления рельефа); группы на одной поляне не должны быть одинакового вида
Расположение деревьев внутри групп	Неравномерное: – деревья с конусовидной и яйцевидной формами на поляне, с шатровидной кроной – лучше отдельно стоящие; – высокие деревья в центре группы на поляне.
Конфигурация групп	При малой их высоте (до 3 м) – конфигурация округлая или эллипсовидная при большой высоте групп допускается и сложная.
Плотность групп	На поляне и в насаждении – компактная, на берегу или месте, через которое открывается перспектива, – рыхлая, на фоне опушки – та и другая.
Красочность	Кроны кустарника резко отличаются по цвету от крон деревьев в группе; окрашенные стволы или кроны с учетом сезонности; группы кустарника, резко отличающиеся по цвету от покрова.
Форма крон и стволов	– кроны хорошо развитые, конкретной формы для данного вида с красивыми ветвлениями; – стволы, отходящие от общего корня на поляне, прямые стволы насаждении; – стволы оригинальной формы (с искривлениями, капами), но в небольшом количестве.

11. Ограничить городскую застройку на территории, занятыми зелеными насаждениями. Практически все внешние границы городской черты примыкают к лесам Илимского и Северного лесничеств.

В настоящее время городские леса г. Усть-Илимска из-за интенсивной эксплуатации неуклонно истощаются, не успевая восстанавливаться. Предложенные нами рекомендации позволят более эффективно проводить мероприятия по лесовосстановлению и лесоохране.

Литература

1. Арасланова В.А. Трансформация геосистем нижнего течения реки Ангары в зоне влияния каскада Ангарских водохранилищ: автореф. дис. … канд. геогр. наук. – Улан-Удэ. – 2006. – 33 с.

2. Иметхенов А.Б., Курек О.П. Энтомовредители и некоторые профилактические мероприятия по защите лесных насаждений Нижнего Приангарья // Вестник БГУ: серия 3. Биология и география. – Улан-Удэ. – 2011. – С. 123-127.

3. Курек О.П. Влияние антропогенных факторов на состояние лесов Нижнего Приангарья: автреф. дис. … канд. биол. наук. – Улан-Удэ. – 2011. – 19 с.

4. Леса и лесное хозяйство Иркутской области / Л.Н. Ващук, Л.В Попов, Н.М. Красный и др. – Иркутск. – 1997. – 288 с.

Прогрессивные научно-технические мероприятия по повышению экологической безопасности и энергосбережению технических систем

С.И. Берил, Ф.Ю. Бурменко, В.Г. Звонкий
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

Необходимость возрождения промышленного потенциала, основанного на высоких технологиях, соответствующих мировым стандартам и реалиям стратегии индустриального развития, основывается на структурной перестройке всей сферы материального производства, укреплении научно-технического, промышленного и экономического потенциала страны, обеспечивается инновационной инженерной деятельностью. Основной инновационный эффект и обеспечение развития инновационной деятельности предприятий напрямую зависит от возможности представителей сферы образования, способных обеспечить подготовку и переподготовку инженерного корпуса, которая базируется на эффективной организации научно-образовательной компоненты.

Реализация заявленного ориентира предполагает упор на передачу способов и методов инженерной деятельности, постановку инженерного мышления, проектирование новых инновационных технологий организации инженерной деятельности на принципах мобильности и практикоориентированности, реализацию эффективных механизмов сотрудничества с предприятиями и организациями региона.

Развитие инновационной инженерной деятельности базируется на разработке и внедрении комплекса научно-технических мероприятий по повышению экологической безопасности и энергосбережению технических систем на основании экономической эффективности проектов и является неотъемлемой частью работ по поддержанию природного капитала планеты.

Локальные изменения теплового баланса Земли во времени и пространстве, фазовый круговорот водных ресурсов планеты обеспечивают возможность непосредственного взаимодействия с природной средой, которая располагает практически неограниченными ресурсами. Использование этих ресурсов стало возможным при осуществлении технических решений по разработке комплектов оборудования и средств автоматизации для реализации энергосберегающих и экологически чистых технологий.

Учитывая то, что правительством Приднестровской Молдавской Республики поставлены цели и определены задачи развития агропромышленного и промышленного секторов республики, прогрессивные энергосберегающие и экологически чистые технологии актуальны не только у нас в регионе, но и во всем мире.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко ведет исследования в этой области, основной научной проблемой является повышение экономической эффективности, экологической безопасности, энергосбережения технических систем за счет применения высокотехнологического оборудования и использования низкопотенциальной энергии природного холода наружного воздуха, воды, грунта специально разработанными приемниками и аккумуляторами для последующего применения этих систем в промышленном, сельскохозяйственном производстве и в быту населения.

Практические результаты научных исследований были представлены в виде инновационно-инвестиционных проектов ПГУ им. Т.Г. Шевченко на трех приднестровских инвестиционных форумах, достаточно широком диапазоне технологий производства и оборудования. В частности, наплавные станции для водоснабжения прибрежных территорий, на базе насосного устройства наплавного типа для подачи воды на поля с целью орошения, техническая система приводится в движение с помощью энергии реки Днестр. Для сооружений защищенного грунта предложена технология производства светопрозрачных материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами, основное назначение продукта – интенсивные технологии овощеводства и цветоводства, круглогодичное производство продукции. Технология производства предизолированых труб для подземных и наземных трубопроводов, включающая сотопластовую структуру на основе полимерных пленок или препрегов и гидро-

изоляционное покрытие на основе армированной полимеробитумной композиции. Технология производства строительных нагревательных панелей на базе электропроводного бетона, бетонная бесцементная смесь на основе золошлакового техногенного сырья Молдавской ГРЭС, электропроводность панелей и других изделий обеспечивается свойствами исходного сырья без применения специальных добавок.

Определенный интерес представляет разработка и внедрение системы научно-технических мероприятий по повышению экологической безопасности и сбережению охлаждающих систем по консервированию продукции животноводства и растениеводства. Предлагаются принципиально новые технические решения получения технологического холода, базирующиеся на: теоретическом и экспериментальном исследовании и обосновании эффективных режимов аккумулирования естественного и искусственного холода; методике оценки энергетического потенциала естественного холода агроклиматических регионов; практических методах синтеза безфреоновых энергосберегающих технологий и принципиально новых технических средств, обеспечивающих сохранение качества сельскохозяйственной продукции; совершенствовании охлаждающих систем по энергетическим, экологическим и эксплуатационным характеристикам. Основные преимущества: экономия электроэнергии, воды, расходных материалов и снижение капитальных и эксплуатационных затрат; обеспечение высокой надежности охлаждающих систем обеспечивается запасом холода в аккумуляторах, простым обслуживанием и ремонтом; возможность использования дешевого ночного тарифа на электроэнергию; низкая себестоимость технологического холода за счет уменьшения капитальных затрат и эксплуатационных расходов; снижение экологической нагрузки за счет уменьшения объемов использования фреона и фреоновых масел.

Применение высокоэффективных систем охлаждения имеет большой социальный эффект, так как решает проблемы создания экологически более безопасных источников холода для промышленного и бытового использования. Резко сокращает потери продукции, и как следствие увеличивается надежность систем охлаждения и аккумулирования холода, что в итоге способствует повышению экологической безопасности среды.

Принимая во внимание вышеизложенное и то, что ПГУ им. Т.Г. Шевченко осуществляет подготовку и выпуск инженеров по двухуровневой системе более трети от общего числа студентов с перспективой дальнейшего расширения, а также по техническим направлениям подготовки имеется полный комплекс уровней образования НПО, СПО, ВПО, университет способен обеспечивать и обеспечивает подготовку специалистов с инновационной инженерной составляющей, в рамках развития экологического образования в республике.

Экологические задачи внедрения малоотходных комплексов промышленности

А.К. Кайнарбеков, К.Ж. Естекова, Г.Б. Естекова
Казахский университет путей сообщения им. Д.А. Кунаева
Казахстанско-Британский технический университет

В последние годы все больше внимания уделяется проблеме экологизации общественного производства, в особенности ее практическим аспектам. Решение этой проблемы требует выполнения комплекса взаимосвязанных технических, технологических и организационных мероприятий, направленных на снижение противоречий между природой и хозяйством, на сохранение комфортной для человека экологической обстановки.

Нормальное функционирование экономики в условиях больших техногенных нагрузок поддерживается путем замены традиционных технологий новыми, более совершенными с экологической точки зрения, максимальной утилизации отходов, применения малоотходных технологий, снижения материало- и энергоемкости производственных процессов, своевременного проведения рекультивации нарушенных земель, организации комбинированных производств по комплексному использованию ресурсов природы и т.п.

Одна из важных эколого-экономических задач – резкое уменьшение отходов и внедрение малоотходных производств. Установлено, что только 10-12% природных материалов переходит в готовую продукцию, остальное идет в отходы масштабы же утилизации отходов не превышают 3-4% [1].

Следует отметить, что имеются очень немногие предприятия, отходы которых в настоящее время нельзя использовать. В большинстве же отраслей народного хозяйства отходы – ценное вторичное сырье, комплексное применение которого дает значительные выгоды. Так, его применение в производстве алюминия позволяет сократить капитальные вложения на 40%, уменьшить расход электроэнергии на 25%, значительно экономить и в расходе потребляемой при этом воды.

Тормозящими факторами массового использования отходов являются: ведомственный подход министерств, рассматривающих отходы производства как «чужую» продукцию, нехватка средств и техники, несовершенство форм стимулирования рабочих и инженерно-технических работников. Целесообразность использования отходов в различных отраслях хозяйства обуславливается ограниченностью источников некоторых видов сырья для производства строительных и других материалов. Кроме того, при использовании отходов часто отпадают такие трудоемкие операции, как транспортировка их к месту складирования и формирования отвалов, занимающих значительные площади и загрязняющих окружающую среду.

Актуальной является проблема использования отходов угольных предприятий, отвальные и свежевыданные породы угольных предприятий применимы в производстве строительных материалов.

Перспективное направление использования глинистых шахтных пород – производство щебня, гравия, песка, получаемых по сухой и пластической технологии. Породы шахт используются также в качестве основного сырья и добавки (30-35%) в производстве кирпича [2].

Применение отходов углеобогащения при производстве стеновой керамики снижает себестоимость изделий за счет использования содержащегося в отходах угля, а также исключает затраты на добычу глины в карьерах. Отходы, пригодные для производства минеральных удобрений, представлены отвальными породами, в основном – глинистыми сланцами.

Породы шахт и обогатительных фабрик могут использоваться также для извлечения ценных компонентов (алюминия, железа, редких металлов и др.). Иногда шахтные породы применяются в качестве низкосортного топлива. Плоские породные отвалы, не подверженные активной эрозии, часто пригодны для биологического освоения.

Практический интерес представляет утилизация тепла, содержащегося в рудничном воздухе, который поступает в большом количестве через шурфы и вентиляционные стволы шахт. Температура воздуха, исходящего из многих глубоких шахт в течение года, находится в пределах, отвечающих температуре воздуха в теплицах. Это создает необходимые предпосылки использования тепла вентиляционных струй шахт для выращивания овощей и фруктов.

Промышленность стройматериалов является ведущей по масштабам использования отходов других отраслей (макулатура, шлаки и зола ТЭС, отходы химической и нефтехимической промышленности, деревообработки и др.) Утилизируются и отходы легкой промышленности, хотя доля этой отрасли в их образовании незначительна. В производстве игрушек используются, например, отходы полиэтилена, в отделочном производстве – непрядомые отходы, мерный и весовой лоскут и т.д. Практически не перерабатываются отходы кожеподобной резины, меховой обрези, отходы войлока в обувном производстве.

В последнее время большое внимание уделяется проблеме создания малоотходных производств, основанных на комплексной переработке сырья и являющихся базой при решении проблем рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Под малоотходной (безотходной) понимается такая совокупность производств, при которой минимально расходуются вовлекаемые природные ресурсы, комплексно перерабатывается исходное сырье и максимально утилизируются образующиеся отходы.

Наиболее полно могут решаться проблемы создания малоотходного производства в условиях территориально-производственных комплексов (ТПК).

Учение о территориально-производственных комплексах, созданное Н.Н. Баранским и Н.Н. Колосовским, предполагает групповое размещение взаимосвязанных предприятий, комплексное использование природных ресурсов, создание обслуживающих и вспомогательных предприятий, сокращение размеров строительных площадок, расходов на транспортировку сырья и отходов, более полное использование трудовых ресурсов. При этом капитальные вложения уменьшаются на 20-30% по сравнению со строительством обособленных предприятий.

Наиболее прогрессивной формой организации производства являются территориально-производственные комплексы. Они представляют собой совокупность тесно взаимодействующих предприятий, обеспечивающих сохранение природной среды и максимальное использование сырья и отходов. Деятельность таких комплексов обусловлена наиболее рациональным сочетанием природных, материальных и трудовых ресурсов.

В структурном отношении ТПК состоят из следующих блоков:

1) профилирующие предприятия;

2) дополнительные предприятия, обеспечивающие профилирующие оборудованием и материалами,

3) предприятия по использованию отходов производства.

Малоотходные ТПК, в зависимости от специфики и функциональных особенностей, с различной степенью активности влияют на экономическое развитие районов. На деятельность таких комплексов, в свою очередь, оказывают влияние географическое положение, территориальные производственные взаимосвязи, а также связи с различными компонентами природной среды.

В большинстве случаев различают два основных типа территориально-производственных комплексов, районные и локальные (промышленные узлы, промышленные центры и т.п.). Такие же типы, в принципе, могут иметь и малоотходные территориально-производственные комплексы. В настоящее время речь может идти только о функционировании локальных малоотходных ТПК, поскольку создание районных комплексов такого типа – задача будущего. В перспективе должно идти постепенное формирование районных малоотходных ТПК, по мере того как локальные комплексы будут сливаться в более крупные.

Современную промышленность трудно перестроить на малоотходные технологические циклы, создание которых возможно, главным образом, на новых предприятиях. Кроме того, нецелесообразно, а часто и невозможно, в рамках одного предприятия «замкнуть» всю потребляемую им массу сырья. Следовательно, предприятие, в большинстве случаев, не может быть первичной ячейкой малоотходного производства. Такой ячейкой чаще всего является локальный территориально-производственный комплекс, включающий предприятия по производству и переработке продукции, а также очистные сооружения. Например, в угольной промышленности локальный комплекс может включать шахту по добыче угля, обогати-

тельную фабрику, предприятия по переработке породы и изготовлению строительных материалов, а также установку для очистки и деминерализации шахтных сточных вод, утилизации рассолов.

Трансформация ТПК в малоотходные определяется, в первую очередь, уровнем освоения и рационального использования природных и трудовых ресурсов, которые являются необходимым условием размещения новых и реконструкции действующих хозяйственных объектов. Добывающие и перерабатывающие предприятия при этом должны определять развитие обслуживающих предприятий.

В рамках территориально-производственных комплексов наиболее эффективно может быть обеспечена комплексность в использовании сырья и отходов, а также кооперирование предприятий различных отраслей. Здесь отходы одних производств являются сырьем для других. Предприятия промышленности строительных материалов, например, могут использовать значительное количество отходов металлургии, горнодобывающей промышленности, энергетики и других отраслей. Этим самым создаются условия для существенного сокращения неиспользуемых отходов, загрязняющих природную среду.

Вопросы рационального размещения предприятий, перерабатывающих отходы, должны решаться на основе глубокого и всестороннего анализа их особенностей. Важно учесть сочетание интересов отраслевых предприятий и организаций с возможностями района в обеспечении их природными ресурсами и отходами. Размещение предприятий, использующих отходы, их структура, масштабы во многом зависят как от природных ресурсов района, так и от специализации отраслей народного хозяйства (включая отрасли, которые обслуживают потребности населения).

Основным критерием устойчивого развития является уровень качества жизни, которое определяется такими составляющими, как продолжительность жизни, уровень благосостояния, образования и состояние окружающей среды. По этим показателям Казахстан отстает от развитых стран мира [3].

В целях оптимального размещения предприятий, перерабатывающих производственные и бытовые отходы, должны быть получены данные о состоянии действующих предприятий по утилизации отходов, местах размещения и технико-экономических показателях новых предприятий этого типа, видах отходов, их качестве и способности заменять традиционное сырье, потребности промышленности в используемых отходах.

При создании малоотходных ТПК должны объединяться не только однотипные производства, но и использующие различные сочетания сырья и отходов. При этом необходим строгий количественный и качественный анализ работы производств, планируемых к объединению в комплекс. Условием формирования малоотходных ТПК является полное использование сырьевых, энергетических и трудовых ресурсов другими районами и комплексами.

В зависимости от размеров планируемых малоотходных территориально-производственных комплексов определяются их задачи. При создании районных малоотходных комплексов первоочередные задачи приобретают несколько иное содержание. При планировании малоотходных ТПК или отдельных их звеньев территориальной основой могут стать экономические районы и промышленные узлы, так как именно в их пределах детально изучаются и максимально должны учитываться как экономические, так и экологические факторы, оказывающие определяющее влияние на развитие и размещение производительных сил.

Литература

1. Одум Ю. «Основы экологии» – М. – 2005.
2. Мазур И.И. и др. «Инженерная экология» – М. – 2006.
3. Едильбаева Г.И. Устойчивое развитие: новая глобальная стратегия и Казахстан // Экология и промышленность Казахстана. – 2011. – №3.

Некоторые аспекты формирования воздушной среды обитания

Т.И. Лохвинская
Бендерский политехнический филиал
Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко

Проанализированы условия формирования комфортной среды обитания, выявлены: факторы, определяющие тепловой режим помещений; зависимости, определяющие условия труда в производственных помещениях.

Ключевые слова: *средняя температура воздуха, осредненная температура поверхностей в помещении, эффективная температура.*

Производительность человека, занятого определенной деятельностью, зависит от температурного режима внутренней среды. Основными показателями, влияющими на условия пребывания человека в помещении, являются: а) средняя температура воздуха в помещении и ее колебания в течение суток; б) осредненная температура всех поверхностей, ограничивающих помещение; в) влажность и гигиеническое состояние воздуха в помещении или в его отдельных зонах. Некоторое значение имеет скорость движения воздуха в помещении, но гигиенические нормы ограничивают ее в холодный период малыми допустимыми пределами (0,1 м/с); влияние движущегося воздуха важно в гигиеническом отношении в летнее время года, при перегреве помещений, не имеющих искусственного охлаждения.

Средняя температура воздуха в помещении $t_в$, осредненная температура всех поверхностей, ограничивающих помещение t_R и температура помещения $t_п$ при одинаковых атмосферных условиях даже при условии приближенного измерения не равны между собой потому, как возникающие температурные колебания в помещении имеют разную природу: конвективную и радиационную составляющую переноса теплоты [3]. На рис. 1 приведены данные исследований микроклиматических характеристик среды [5]. Осредненная (или радиационная) температура поверхностей, ограничивающих помещение, имеет важнейшее гигиеническое значение, поскольку превалирующая часть потерь тепла человеческим организмом, происходящая путем излучения, обусловлена более низкой температурой поверхностей помещения.

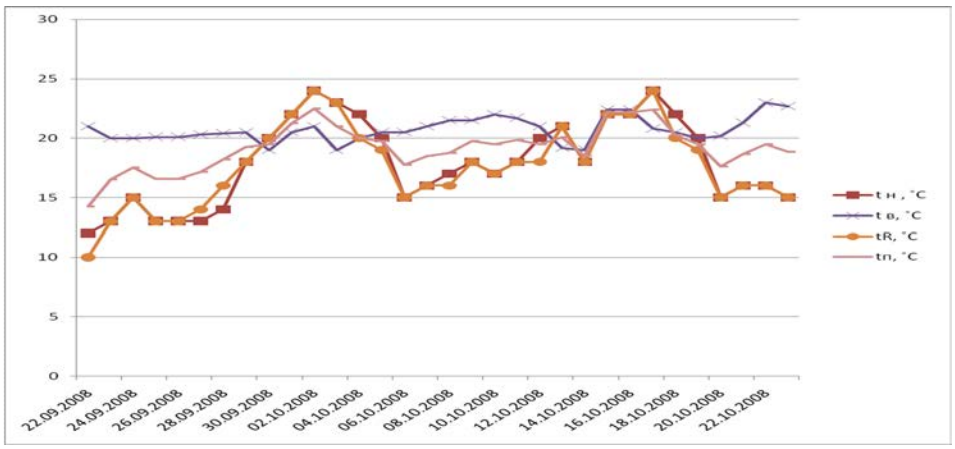


Рис.1 Результаты исследований микроклиматических характеристик среды

$t_в$ – средняя температура воздуха в помещении; t_R – осредненная температура всех поверхностей, ограничивающих помещение; $t_п$ – температура воздуха помещения; $t_н$ – температура наружного воздуха.

Для жилых и общественных зданий суммарная температура помещения должна быть 38^0С (температура воздуха 20^0С и осредненная температура поверхностей 18 ^{0}С) [4]. Из диаграммы на рис. 2 видно, что суммарная температура помещения может быть обеспечена и другой комбинацией температуры воздуха и осредненной температуры поверхностей.

Под суммарной температурой помещения $t_м$ понимают сумму температуры воздуха t_i и осредненной температуры поверхностей, ограничивающих помещение.

$$t_м = t_i + t_р \ , \qquad (1)$$

где $t_р = \dfrac{t_{р1} s_1 + t_{р2} s_2 + \ldots + t_{рn} s_n}{s_1 + s_2 + \ldots + s_n}$

$t_{р1}$, $t_{р2}$, … $t_{рn}$ – температура внутренней поверхности отдельных строительных конструкций с площадью соответственно $s_1, s_2, \ldots s_n$;

n – количество отдельных типов строительных конструкций.

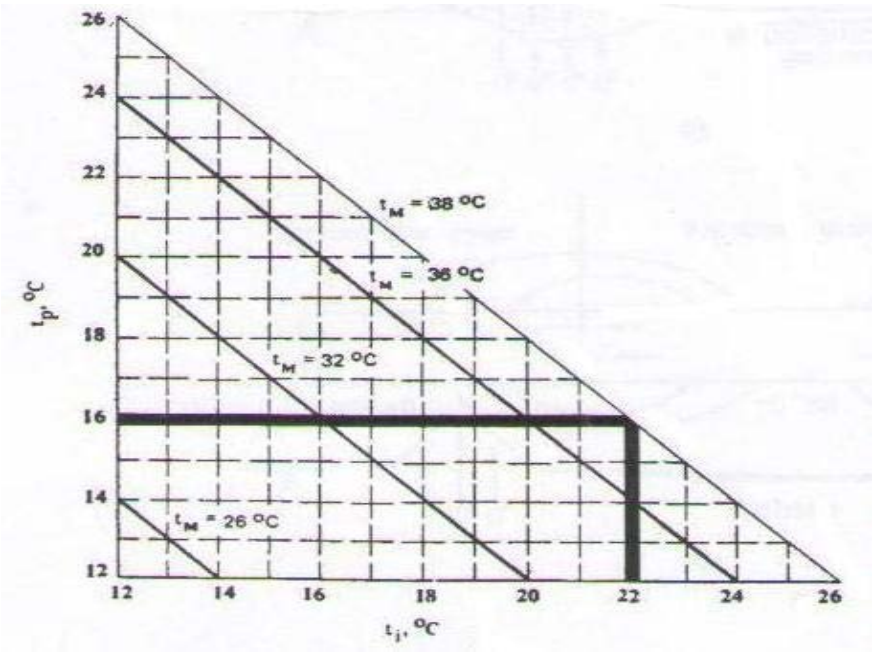


Рис. 2. Значения суммарной температуры помещения $t_м$ при различной температуре воздуха t_i и осредненной температуре поверхностей

Учитывая сложную зависимость влияния всех факторов на комфортное состояние человека необходимо ответить на вопрос: к чему приведет несоблюдение требуемых условий в помещении. При разнице температуры воздуха и внутренней поверхности выше требуемой по данным допустимой разницы температуры внутреннего воздуха и внутренней поверхности строительных конструкций (табл.1) происходит интенсивное тепловое излучение между телом человека и поверхностью конструкции.

Его называют «холодным излучением», или «негативной радиацией». Если указанная разница температуры равна 6 °С, человек теряет ощущение холода только на расстоянии 0,75 м от строительной конструкции. В некоторых зданиях производственный процесс происходит при высокой температуре внутреннего воздуха. Тепловой режим помещений с более высокими параметрами способствует абсорбции отдельных веществ легкими и кожей. Происходит изменение химического состава кожи, что способствует воздействию на нее веществ, растворяемых в поте. В этих случаях корректируется температурный режим внутренней среды за счет повышения скорости циркуляции воздуха. Чрезмерный перегрев организма вызывает выделение пота, организм обезвоживается и теряет соли, происходит перегрузка органов кровообращения и дыхания.

Таблица 1

Допустимая разница температуры внутреннего воздуха и внутренней поверхности строительных конструкций

Тип здания		Конструкции					
		наружные			внутренние		
		вертикальные	горизонтальные		вертикальные	горизонтальные	
			плоские кровли	полы		потолок	полы
Жилые и общественные		4	2,2	3	4	4	3
Производственные с видом работы	очень легкая	6	4	3	6	6	3
	легкая	6	5	3	6	6	3

Доказано возрастание числа травм при отклонении от оптимальных значений параметров внутреннего микроклимата: при работе легкой и средней тяжести в производственном здании наименьшее число травм наблюдается при температуре от 18,5 до 20,6 °С; при температуре воздуха 25°С количество травм возрастает до 23 % и более, а при понижении температуры до 12,8 °С количество травм возрастает более чем на 34 %. Тепловой режим помещения характеризуется так называемой эффективной температурой. Под эффективной температурой понимают температуру воздуха в спокойном состоянии, полностью насыщенного водяными парами (φ= 100 %), которая вызывает у человека те же тепловые воздействия, что и среда с фактическим тепловым режимом, т.е. с температурой воздуха t_i , относительной влажностью φ и определенной скоростью циркуляции воздуха [4].

При разных значениях эффективной температуры производительность людей различна. Если принять производительность человека при эффективной температуре 20 °С за 100 %, то при температуре 27 °С она будет 80-90 %, при температуре 30 °С – 50-70 %, а при температуре 35 °С – всего 20 %. Потери, вызванные ошибками при управлении производственными процессами, могут быть в конечном счете значительно большими, чем потери, возникшие при снижении физической производительности [4].

Температура воздуха весьма влияет на точность измерения размеров изделий. При несоблюдении предписанных границ температуры воздуха нельзя вообще проводить измерения с заданной точностью. Например, если ошибка измерения не должна быть более ± 1-2 мк/м, то температура воздуха должна колебаться в пределах не более ± 2 °С. Если ошибка измерения должна быть меньше ±0,1 мк/м, то колебание температуры воздуха должно быть не более ± 0,5 °С.

Краткий анализ фактов определяющих комфортные условия производительного труда дает возможность сделать следующие **выводы**: если требуемый тепловой режим помещения по технологическим и гигиеническим требованиям находится в противоречии с тепловым комфортом, то необходимо:

а) провести специальные мероприятия по организации рабочего дня;

б) компенсировать неблагополучное воздействие отклоняющихся параметров за счет корректировки значений других параметров.

Литература

1. Богуславский В.Н. Отопление и вентиляция. – М.: Стройиздат. – 1976.

2. Дмитриев А.Н., Табунщиков Ю.А., Ковалев И.Н. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. – М.: АВОК–ПРЕСС. – 2005.

3. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). – М.: Высшая школа. – 1974.

4. Ржеганек Я., Яноуш А.Снижение теплопотерь в зданиях./Пер. с чеш. Поддубного В.П.; Под ред. Махова Л.М. – М.: Строиздат. – 1988.

5. Лохвинская Т.И. Количественная оценка параметров микроклимата помещений.//Вестник Приднестровского Университета. Сер.: Физ.-мат. и техн. науки. – 2011. – № 3.

Изменчивость распределения поверхностных температур Тихого океана как фактор вариаций состояния озоносферы

А.В. Холопцев
Севастопольский национальный технический университет

В простой и доступной форме, позволяющей использовать их при экологическом образовании, изложены результаты исследований особенностей влияния географического положения акваторий Тихого океана на значимость статистической связи межгодовых вариаций их поверхностных температур, а также изменений распределений общего содержания озона в земной атмосфере. Выявлены особенности сезонной изменчивости расположения его акваторий, оказывающих на состояние озоносферы наиболее существенное влияние.

Ключевые слова: географическое положение акваторий, Тихий океан, межгодовые изменения поверхностных температур, вариации распределения общего содержания озона, статистические связи, воздухообмен тропосферы и стратосферы.

Введение

Озоносфера является одним из важнейших компонентов земной атмосферы, который непосредственно защищает земную поверхность от воздействия на нее потоков опасных для всего живого коротковолновых составляющих солнечной радиации. Поэтому выявление особенностей влияния на изменения ее состояния различных природных факторов является актуальной проблемой физической географии и экологии, а распространение знаний о них – перспективное направление экологического образования.

Одной из наиболее информативных характеристик состояния озоносферы является распределение над земной поверхностью общего содержания озона (ОСО) [1].

ОСО определяется как толщина слоя, который мог бы образовать весь озон, содержащийся в атмосфере над некоторым пунктом земной поверхности, если бы он весь был сосредоточен в этом слое, имел температуру 0 ^{o}C и был сжат до атмосферного давления 1 атмосфера. Эту характеристику впервые предложил и измерил в атмосфере над п. Ароза (Швейцария) в 1926 г. Добсон [2]. Он же установил, что около 80 % всего озона содержится в стратосфере, образуя озоновый слой.

Причинами изменения пространственного распределения стратосферного озона являются действующие в земной атмосфере радиационные, химические и динамические факторы [3]. Первые в основном обуславливают образование озона в ходе фотохимических реакций цикла Чепмена, а вторые и третьи играют главную роль в уменьшении его содержания, обуславливая поступление в различные сегменты стратосферы, веществ, из

которых в стратосфере образуются реагенты каталитических циклов его разрушения.

Упомянутые вещества образуются в основном либо на земной поверхности, либо в приземных слоях тропосферы. Наиболее изученным механизмом, обеспечивающим доставку этих веществ из тропосферы в стратосферу, является их проникновение через разрывы тропопаузы, расположенные в зоне субтропических струйных течений. В подобном проникновении участвуют как непрерывно осуществляющаяся адвекция тропического воздуха (циркуляция Хедли), так и турбулентность, возникающая на периферии упомянутых струйных течений, в результате их неустойчивости [4].

Вследствие зональности расположения преобладающих воздушных потоков в стратосфере тропосферный воздух, проникший в нее через разрывы тропопаузы, переносится в основном над субтропическими климатическими поясами. Поэтому в разрушении озона в сегментах стратосферы, расположенных в более высоких широтах, рассматриваемый процесс существенной роли не играет [3]. В них воздухообмен стратосферы и тропосферы во многом обусловлен различными волновыми процессами.

Как известно, при распространении в устойчиво стратифицированном слое поперечных волн, длина которых существенно превышает его толщину, их профиль изменяется, а на некоторых удалениях от их источников происходит их обрушение, сопровождающееся диссипацией их энергии и образованием интенсивной турбулентности [5]. Тропопауза и стратосфера также могут рассматриваться как устойчиво стратифицированные воздушные слои, в которых могут распространяться поперечные волны. Среди последних могут присутствовать и длинные. Их распространение в тропопаузе и стратосфере приводит к формированию в них областей, где устойчивость их стратификации нарушается. В таких областях происходит диссипация энергии волн, развивается турбулентность, вертикальные составляющие которой вызвают перенос значительных объемов воздуха из тропосферы в стратосферу и обратно [6]. Именно так в стратосферу над многими регионами планеты доставляются вещества, участвующие в разрушении стратосферного озона, а также в тропосферу из стратосферы проникают космогенные радионуклиды [7].

Одним из видов подобных поперечных колебаний в стратосфере являются стационарные планетарные волны, формирующиеся в результате взаимодействия соответствующего струйного течения с тем или иным высоким горным хребтом. Данное явление, к примеру, возникает при взаимодействии субтропического струйного течения Южного полушария с Андами. Длинные поперечные волны в тропопаузе и стратосфере могут быть обусловлены также процессами генерации фронтальных циклонов и антициклонов, их перемещением над земной поверхностью, развитием неустойчивости струйных течений, приливами и др. факторами. Существуют среди них также планетарные волны, образующиеся в результате воздей-

ствия на воздушные течения тропосферы барических неоднородностей, обусловленных наличием значительных горизонтальных градиентов температуры между различными участками земной поверхности [8].

Впервые гипотезу, связывающую динамические изменения озонового слоя с планетарными волнами, в конце 80-х годов XX века выдвинул Е.А. Жадин [9]. Ее первые экспериментальные подтверждения были получены В.И. Бекорюковым, который выявил связи долгопериодных изменений тропосферной циркуляции, обусловленных вариациями параметрами средней температуры поверхности Атлантики в области Азорского максимума, а также изменений ОСО над Европой [10]. Влияние аналогичных процессов в Азиатско-Тихоокеанском регионе на вариации распределения ОСО в земной атмосфере установлено в [11].

Пайл и Роджерс на примере озона показали, что интенсивность переноса планетарными волнами веществ существенно зависят от географической широты и времени их жизни в атмосфере [12].

Существенность влияния волновых механизмов, обусловленных изменчивостью распределения поверхностных температур Мирового океана на воздухообмен тропосферы и стратосферы над внетропическими регионами нашей планеты, доказана в [13]. Вместе с тем, взаимосвязи между подобными процессами, протекающими в тех или иных регионах нашей планеты, ныне изучены недостаточно. Одним из таких регионов, где подобные взаимодействия способны оказывать существенное влияние на состояние всей озоносферы Земли, является Тихоокеанский.

Тихий океан – величайший океан нашей планеты, расположенный практически симметрично в ее Северном и Южном полушариях. Площадь его поверхности с относящимися к нему морями составляет 179,7 млн км^2, при этом значительная ее часть расположена в тропической зоне. Вследствие этого данный океан является основным поставщиком потоков водяного пара и тепла, поступающих в земную атмосферу. Распределение поверхностных температур Тихого океана весьма неоднородно и существенно зависит от сезонных факторов [14].

Это позволяет предположить, что барические неоднородности над указанным океаном способны генерировать планетарные волны, порождающие в тропопаузе над ним локальные области, в которых происходит воздухообмен тропосферы и стратосферы. Поскольку характеристики этих неоднородностей существенно зависят от времени, географическому положению сегментов стратосферы, в которых данный процесс вызывает разрушение озона, также должна быть свойственна сезонная и межгодовая изменчивость. Изложенные соображения позволяют выдвинуть гипотезу, согласно которой в Тихом океане существуют акватории, в которых межгодовая изменчивость их поверхностных температур наиболее значимо влияет на вариации распределения ОСО в земной атмосфере, а на их расположение существенное влияние оказывают сезонные факторы.

Подтверждение адекватности данной гипотезы позволило бы использовать при прогнозировании изменчивости характеристик озоносферы не только данные прямых измерений распределения в ней ОСО (спутниковых и наземных), но и результаты мониторинга изменений поверхностных температур подобных акваторий. Поэтому ее проверка представляет значительный теоретический и практический интерес.

Тем не менее, ранее подобной проверки не производилось.

Учитывая это, в качестве объекта исследования в данной работе выбраны статистические связи между изменениями поверхностных температур различных акваторий Тихого океана, а также вариациями распределения средних значений ОСО в земной атмосфере.

Предметом исследования являлось влияние географического положения акваторий Тихого океана на связи между изменениями их поверхностных температур, а также вариациями распределения среднемесячных ОСО в земной атмосфере.

Целью работы являлась проверка адекватности выдвинутой гипотезы и выявление районов Тихого океана, в которых изменчивость среднемесячных значений их поверхностных температур оказывает наибольшее влияние на вариации ОСО в земной атмосфере.

Как известно, распространение потоков воздуха от земной поверхности до озонового слоя, происходящее через разрывы тропопаузы, занимает единицы месяцев [15]. Обрушение длинных планетарных волн позволяет воздуху тропосферы попасть в стратосферу гораздо быстрее. Поэтому для достижения указанной цели рассматривались статистические связи между вариациями аномалий среднемесячных значений поверхностных температур различных акваторий Тихого океана, проявляющихся в те или иные месяцы, с совпадающими по времени изменениями ОСО в земной атмосфере.

Как характеристика значимости влияния на озоносферу межгодовых изменений поверхностных температур в некотором районе Тихого океана, рассматривалось общее количество ее сегментов, размерами 1х1 угловой градус, в которых значение коэффициента парной корреляции временных рядов данного фактора и межгодовых изменений в них ОСО превышает уровень 95 % порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента [16].

В качестве фактического материала, использовались временные ряды изменений среднемесячных значений ОСО в подобных сегментах земной атмосферы, не попадающих в область полярной ночи, которые получены из [17]. Подобные ряды, включающие данные за период с 1979 по 2010 гг., рассматривались для таких месяцев как апрель (в Северном полушарии – весна, в Южном – осень) и октябрь (в Северном полушарии – осень, в Южном – весна.

Временные ряды аномалий среднемесячных значений поверхностных температур, усредненных по поверхностям акваторий Тихого океана,

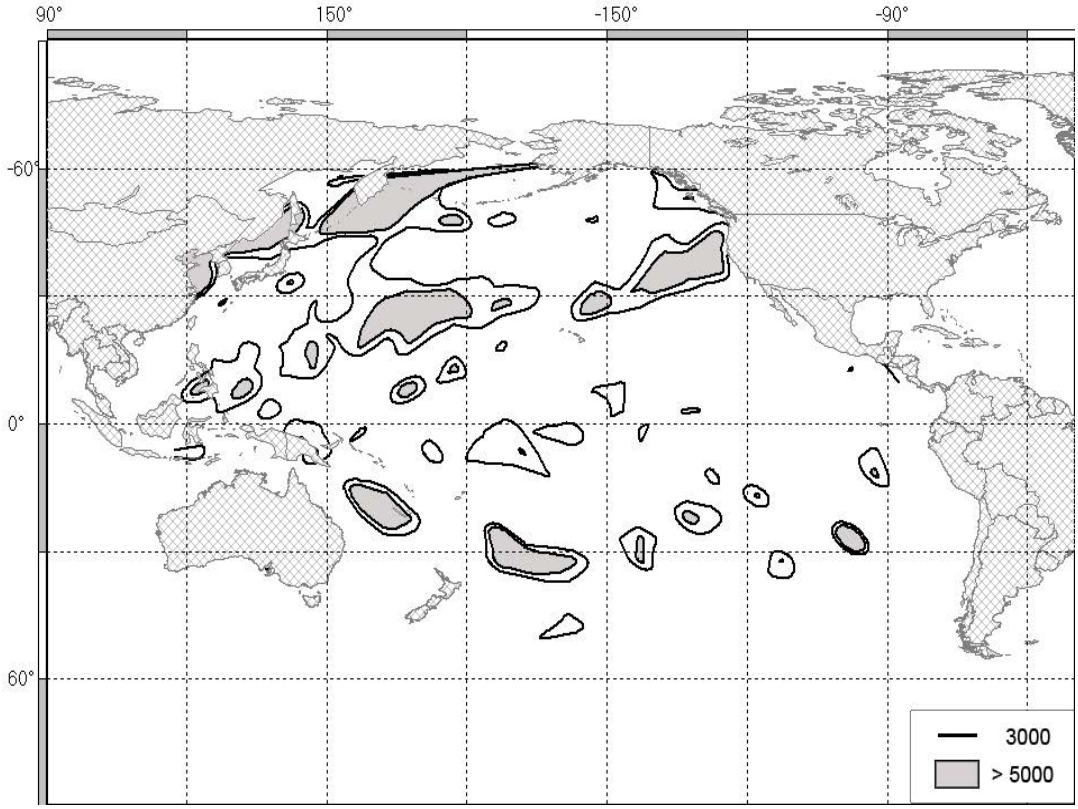
ограниченным квадратами координатной сетки размерами 5^o x 5^o, по которым имелись данные реанализа, получены за тот же период из [18].

Распределения по поверхности Тихого океана границ областей, в которых влияние на озоносферу межгодовых изменений данных характеристик при том или ином временном сдвиге между этими процессами является значимым, отображалось на контурной карте Тихого океана с использованием метода триангуляции Делоне [19]. При этом отображались границы областей акваторий, в пределах которых изменения аномалий поверхностных температур, отвечающие тому или иному месяцу, являлись значимо коррелированными с изменениями ОСО в соответствующем месяце не менее чем в 3000 или 5000 сегментах атмосферы (из общего их числа – 64800).

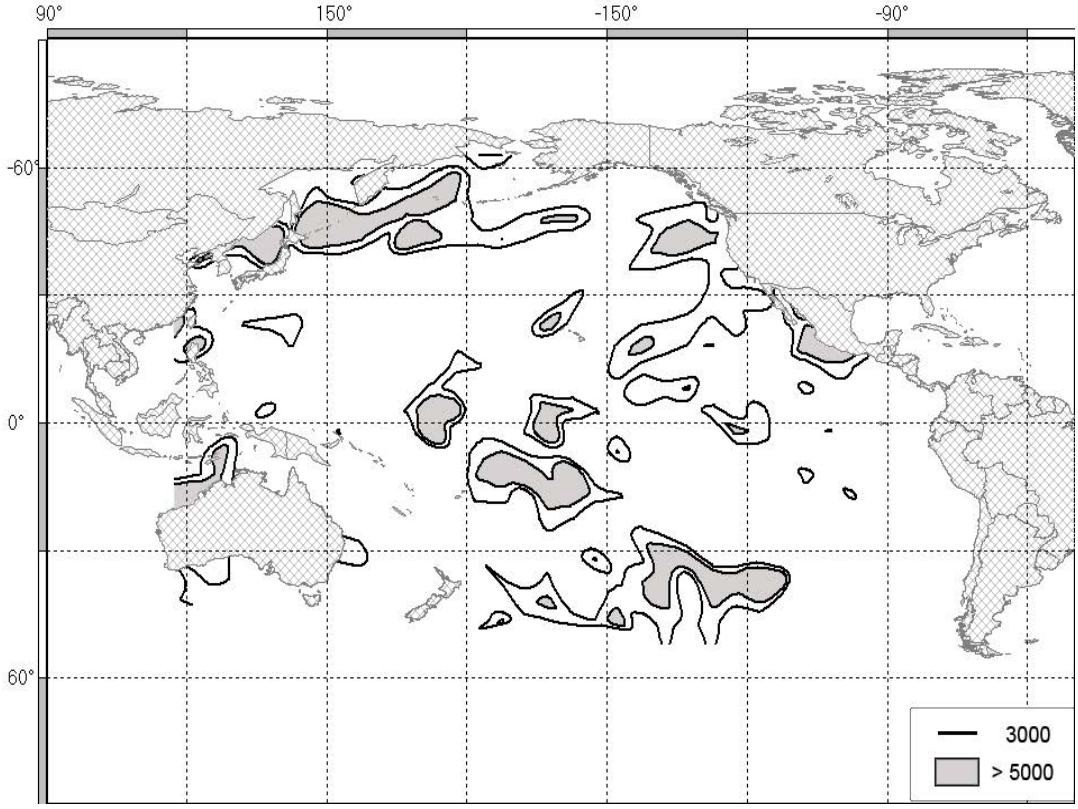
На отдельных картах отображались расположения границ областей, в которых имела место значимая положительная и значимая отрицательная корреляция.

Исследования по описанной методике были проведены для всех месяцев. Они показали, что на поверхности Тихого океана в любые месяцы существуют области, в которых межгодовые изменения их поверхностных температур связаны с совпадающими по времени вариациями ОСО в тех или иных сегментах озоносферы статистически значимо. При этом среди них преобладают такие, в которых корреляция между этими процессами отрицательна. Площади подобных областей, а также их расположение существенно зависят от времени года. В этом нетрудно убедиться, рассмотрев представленные на рис. 1 в качестве примера схемы, отражающие расположение границ акваторий, в которых значимая отрицательная корреляция межгодовых изменений аномалий их поверхностных температур, а также совпадающих по времени вариаций ОСО в апреле, июне, октябре и декабре имеет место не менее чем в 3000 сегментах атмосферы.

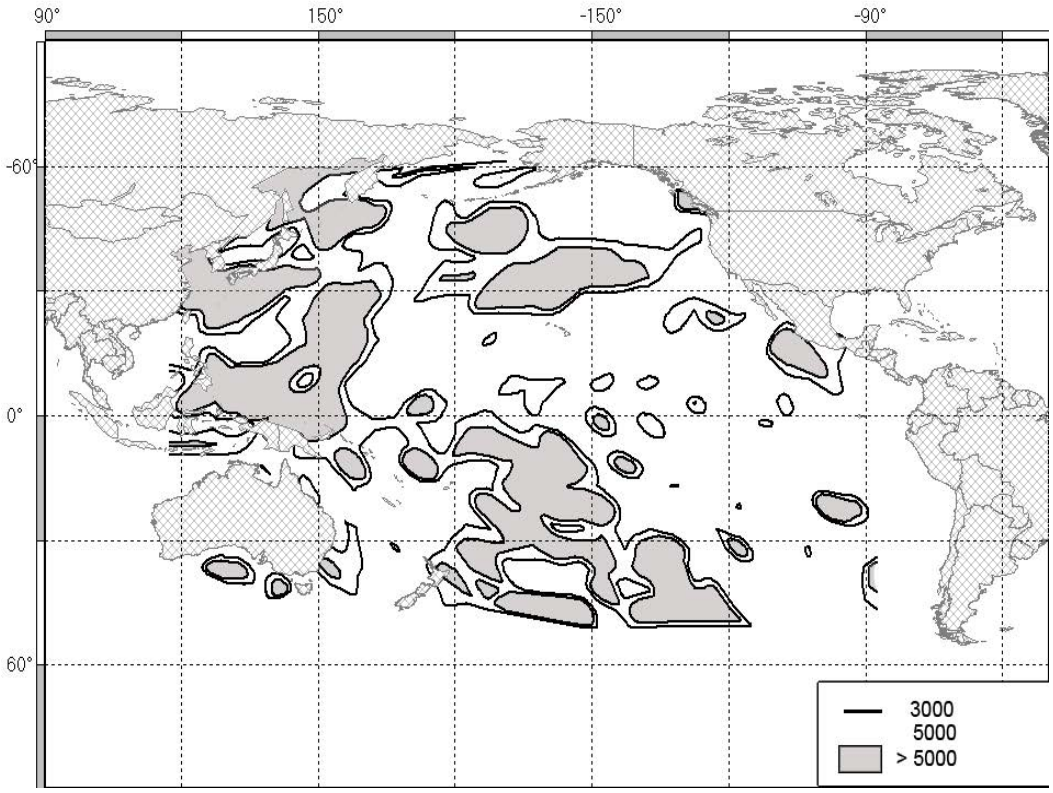
Из рис. 1 следует, что в рассматриваемые месяцы обширные и многочисленные области, в которых межгодовые изменения поверхностных температур Тихого океана значимо статистически связаны с совпадающими по времени вариациями ОСО не менее чем в 3000 сегментах земной атмосферы, существуют в любых его природных зонах. Суммарные площади этих областей минимальны в апреле, а максимальны в декабре. Подобные области в апреле (см. рис. 1А) обладают наибольшими размерами в северной части Тихого океана и располагаются вне его приэкваториальной зоны. В июне (см. рис. 1Б) суммарная площадь рассматриваемых областей больше, при этом они распределены более равномерно по всей акватории океана. Еще больше их размеры в октябре (рис. 1В). При этом в западной части Тихого океана они встречаются значительно чаще, чем в его восточной части. В декабре площади изучаемых областей в южном полушарии несколько больше, чем в северном, а сосредоточены они также в основном в его западной части.



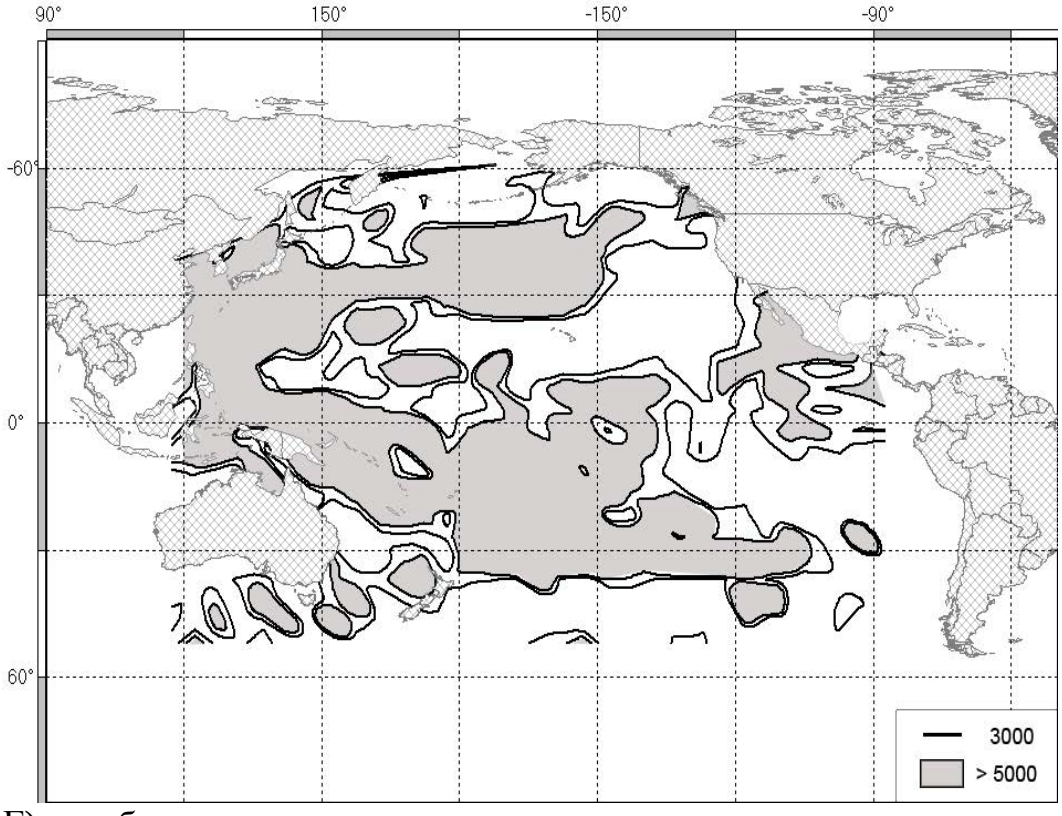
А) апрель.



Б) июнь.



В) октябрь.



Г) декабрь

Рис. 1. Расположения границ акваторий Тихого океана,
где межгодовые изменения поверхностных температур в апреле и октябре
значимо отрицательно коррелированны с вариациями ОСО в те же месяцы
не менее чем в 3000 сегментах озоносферы

Сегменты озоносферы, в которых вариации ОСО значимо связаны с изменениями поверхностных температур Тихого океана всречаются над любыми природными зонами нашей планеты, но преобладают над ее субтропическими климатическими поясами. При этом на протяжении всего года над Южным субтропическим климатическим поясом их площадь больше, чем над аналогичным поясом Северного полушария. Расположения подобных сегментов, соответствующих различным областям поверхности Тихого океана существенно различаются и зависят от месяца, в котором изучаются связи между изучаемыми процессами.

Многие из выявленных сегментов атмосферы, в которых межгодовые изменения ОСО значимо статистически связаны с совпадающими по времени вариациями поверхностных температур некоторой акватории Тихого океана, удалены от нее на тысячи километров и, как правило, расположены зонально в противоположном полушарии (за экватором). Это указывает на то, что в образовании подобных сегментов решающее воздействие оказывают обрушения планетарных волн (соответствующие деформации профиля которых могут сформироваться при их распространении в устойчиво стратифицированном слое лишь на некотором удалении от их источника).

Поскольку описанные статистические связи существуют между совпадающими по времени межгодовыми изменениями поверхностных температур акваторий Тихого океана и значений ОСО в тех или иных сегментах озоносферы, выявленные закономерности свидетельствуют о том, что причиной их существования является отнюдь не адвекция тропосферного воздуха через разрывы тропопаузы, а процессы обрушения внутренних волн.

Явная асимметрия годового хода суммарных площадей акваторий Тихого океана, значимо влияющих на озоносферу, свидетельствует о том, что важным источником планетарных волн, обрушение которых на Южных субтропических разрывах тропопаузы вызывает интенсивное разрушение над ними стратосферного озона, являются прибрежные воды Антарктиды. Характер распределения подобных акваторий позволяет связывать их существование с процессами генерации длинных внутренних волн в тропопаузе и стратосфере, имеющей место при распространении циклонов и вариациях поля атмосферного давления в областях Тихоокеанских центров действия атмосферы.

Таким образом, доказано, что в Тихом океане существуют многочисленные и обширные акватории, в которых межгодовые изменения аномалий среднемесячных значений их поверхностных температур в те или иные месяцы значимо статистически связаны с совпадающими по времени вариациями ОСО не менее чем в 3000 сегментах земной атмосферы.

Расположение сегментов озоносферы, в которых изменения ОСО связаны с вариациями поверхностных температур в той или иной области Тихого океана, зависит от ее расположения и месяца. При этом практически для каждого сегмента озоносферы можно указать немалое количество акваторий данного океана, значимо влияющих на его состояние. Это свидетельствует о возможности использования результатов их гидрофизического мониторинга при моделировании и прогнозировании изменчивости озоносферы с использованием метода множественной регрессии.

Особенности взаимного расположения подобных акваторий, а также сегментов атмосферы, в которых изменения ОСО значимо связаны с совпадающими по времени вариациями их поверхностных температур указывает на волновую природу подобной связи.

Благодаря своему влиянию на формирование неоднородностей поля атмосферного давления, а также обусловленных ими планетарных волн, пространственно-временная изменчивость поверхностных температур Тихого океана является значимым фактором вариаций распределения ОСО во многих сегментах земной атмосферы.

Литература

1. Гущин Г.П. Суммарный озон в атмосфере / Г.П.Гущин, Н.Н.Виноградова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 235 с.

2. Bronnimann J., Luterbacher I., Schmutz C., Wanner H. Variability of total ozone at Arosa, Switzerland since 1931 related to atmospheric circulation indices. Geophys. Res. Lett. 2000. – Vol.27. – № 15. P.2213-2216.

3. Александров Э.Л. Озонный щит Земли и его изменения / Э.Л.Александров, Ю.А.Израэль, И.Л.Кароль, А.Х.Хргиан. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. – 288 с.

4. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. – Л.:, 1972.

5. Холтон Д.Р. Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 232с.

6. Шулейкин В.В. Физика моря //М: Наука, 1968. – 1083 с.

7. Andews D.G. Planetary waves in horizontal vertical sear: The generalized Eliassen-Palm relation and mean zonal acceleration./ D.G. Andews, M.E. VcIntyre//J. Atmos. Sci. – 1976. – № 33. – P. 2031-2048

8. Шакина Н.П. Анализ случаев стратосферных вторжений, сопровождаемых повышением радиоактивности в приземном воздухе/ Н.П. Шакина, И.Н. Кузнецова, А.Р. Иванова// Метеорология и гидрология. – 2000. – № 9. – С. 53-60.

9. Крупномасштабные динамические процессы в атмосфере. Сборник статей / под редакцией В. П. Дымникова// М: Мир, 1988. – 430 с.

10. Жадин Е.А. Планетарные волны и межгодовые аномалии озона в полярных районах./ Е.А. Жадин// Известия РАН Физика атмосферы и океана. – 1990. – № 26. – С. 1150-1160.

11. Бекорюков В.И. Исследование параметров Азорского антициклона, влияющих на вариации озона в Западной Европе./ В.И. Бекорюков// Известия РАН Физика атмосферы и океана. – 1995. – № 31. – С.41-45.

12. Нерушев А.Ф. Влияние центров действия атмосферы Азиатско-Тихоокеанского региона на изменчивость ОСО/ А.Ф. Нерушев, Е.К. Крамчанинова. //Метеорология и гидрология. – 2001. – № 3. – С.5-15.

13. Pyle J. A. Stratospheric transport by stationary planetary waves./ J. A. Pyle, C.F. Rogers // Quart J. Roy. Met. Soc. – 1980. – v.106. – P.449.

14. Жадин Е.А. Влияние межгодовых вариаций температуры поверхности океана на циркуляцию атмосферы и озоновый слой. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – Долгопрудный: МФТИ – 2004. – 41с.

15. Тихий океан. (АН СССР. Институт океанологии). В 13 томах. – М.: Наука, 1966 – 1974.

16. Хргиан А.Х. Физика стратосферного озона /А.Х. Хргиан // Л.: Гидрометеоиздат,1988. – 292 с.

17. Закс Ш. Теория статистических выводов / Ш.Закс. Пер. с англ. Е.В.Чепурина; под ред. Беляева Ю.К. – М.: Мир, 1985. – 776 с.

18. http://www.woudc.org

19. http://reanalyses.org/ocean

20. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение / А.В.Скворцов. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2002. – 128 с.

Вода на кафедре*

В.С. Ванаев
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Нет, товарищи, не зря
Есть и реки, и моря,
Потому что без воды
И ни туды, и ни сюды.
Куплеты водовоза.[1]

Вода, вода,
Кругом вода.
Популярная песня.[2]

Люди самой разной профессиональной принадлежности, так или иначе сталкивающиеся с кафедрой «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, часто задают вопрос, откуда в исключительно «железном» вузе вода? А в том, что вода есть можно убедиться, заглянув на сайт MHTS.RU в рубрику «О кафедре» раздел «Структура кафедры»[3]. Здесь можно прочитать, что одним из ее основных научно-исследовательских подразделений является

Лаборатория по защите водной среды.

В данном направлении успешно ведутся работы уже более 30 лет. Главной областью интересов направления является разработка, проектирование и внедрение оборудования для очистки бытовых и промышленных сточных вод. Кроме того, проводится широкий ряд научных исследований, результатом которых является более 150 авторских свидетельств в области очистки сточных вод. В рамках направления по защите водной среды оказываются также помощь в проведении исследовательских работ и консультировании государственных и частных предприятий.

Основными областями деятельности направления являются:

---

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 46-70.

[1] Куплеты водовоза из кинофильма «Волга-Волга» в исполнении П. Оленева, музыка И. Дунаевского, слова В. Лебедева-Кумача.

[2] Песня А. Островского на стихи К. Ваншенкина «Как провожают пароходы» в исполнении Э. Хиля.

[3] http://www.mhts.ru/about/structure.asp Кафедра экологии и промышленной безопасности. О кафедре. Структура кафедры.

– Разработка томов «Охрана Окружающей Среды» при проектировании очистных сооружений сточных вод.
– Разработка технологической части проектов очистных сооружений сточных вод.
– Разработка проектов реконструкции станций подготовки питьевой и хозяйственной воды.
– Проведение НИОКР по разработке новых способов и устройств для очистки воды.
– Проведение НИР по обработке и утилизации осадков сточных вод.
– Разработка новых типов флотационных аппаратов для очистки сточных вод.
– Проведение НИОКР по новым технологиям обезвреживания почв и грунтов, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами.
– Разработка новых технологий очистки поверхностного стока.
– Научно-исследовательская деятельность проводится в следующих направлениях:
– Очистка ливневых сточных вод
– Очистка жиросодержащих сточных вод
– Очистка бытовых сточных вод
– Очистка промышленных сточных вод
– Очистка нефтесодержащих сточных вод.

Приведенная выше информация подспудно провоцирует уже не один, а два вопроса по поводу воды на кафедре. Первый – почему, в связи с чем? Второй – с каких пор, как давно?

На первый вопрос ответ можно найти в Федеральном законе РФ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»[4]. Где в *Статье 4 «Объекты охраны окружающей среды»* в первом пункте, в частности, говорится:

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

поверхностные и подземные воды.

Где как не на кафедре Экологии необходимо заниматься вопросами охраны окружающей среды и конкретно защитой гидросферы? Этот факт важно отметить именно сегодня, в год, когда Указом[5] № 1157 от 10 августа 2012 года Президент Российской Федерации В.В. Путин постановил:

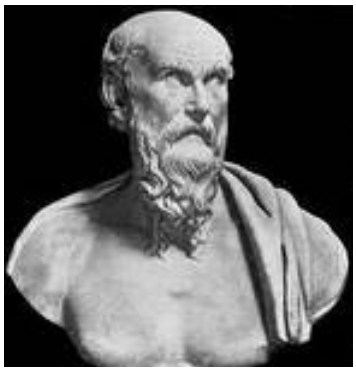
В целях обеспечения права каждого человека на благоприятную окружающую среду:

Провести в 2013 году в Российской Федерации Год охраны окружающей среды.

[4] http://www.rg.ru/2002/01/12/oxranasredy-dok.html Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
[5] http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1;1623111 Указ Президента Российской Федерации № 1157 от 10 августа 2012 года О проведении в Российской Федерации Года охраны окружающей среды.

Значимость этой проблемы подчеркивалась различными писателями с очень давних времен. Известно, что древнегреческий поэт и рапсод, представитель направления дидактического и генеалогического эпоса, 8-7 вв. до н.э., Гесиод в своей поэме «Труды и дни» (перевод В.В. Вересаева)[6], писал (строки 757-759):

Также, смотри, не мочись никогда ни в истоки, ни в устье
В море впадающих рек, – берегись и подумать об этом!
Не опоражнивай в них и желудка, – то будет не лучше.


Hesiodos

Целесообразно отметить, что поэт жил за четыре столетия до Аристотеля, который, как известно, здравствовал в 384-322 гг. до н.э. и, по мнению некоторых современных исследователей, как раз стоял у истоков науки Безопасность жизнедеятельности.

Этой удачной экологической находке мы обязаны другому философу, жившему уже в XX веке. Гастон Башляр (1884-1962), представитель французского неорационализма, создатель «исторической эпистемологии», в своей работе «Вода и грезы» (Gaston Bachelard «L'eau et les reves» Essai sur l'imagination de la matiére) не только цитирует работу Гесиода, но и всесторонне исследует ее.

Мы не будем вникать в психоаналитические толкования, которые представляют безусловный интерес и, по мнению Башляра, единственно могут внести ясность в запреты, изреченные Гесиодом. Попробуем придерживаться традиционного мнения психологов, настаивающих на непосредственной данности утилитарных воззрений, которые сразу же находят аргументы для себя и которые считают, что Гесиод озабочен в первую очередь наставлениями по элементарной гигиене.

Gaston Bachelard

Есть в сентенциях Башляра очень важный момент, который проливает свет на мотивации человеческих поступков, связанных с действиями по нанесению ущерба окружающей среде[7]. (Глава 6. Чистота и очищение. Нравственность воды. Параграф II. Стр. 92.).

[6] http://ancientrome.ru/antlitr/hesiod/works-days-f.htm Гесиод. Полное собрание текстов. / Пер. В.В. Вересаева, О.П. Цыбенко. Вступительная статья В.Н. Ярхо. Комментарии О.П. Цыбенко и В.Н. Ярхо. Лабиринт, 2001. — 256 с.

[7] **Башляр Г**. Вода и грезы. Опыт о воображении материи /Пер. с франц. Б.М. Скуратова. — М.: Издательство гуманитарной литературы, 1998 (Французская философия XX века). 268 с.

Правило первобытной морали защищает … материнское достоинство вод. Этот запрет стал необходимым – а необходимым он остается и в наше время – по той причине, что в подсознании всегда присутствует определенный позыв. Вода чистая и прозрачная, по существу, провоцирует бессознательно осквернить себя. Чего стоят одни источники, безжалостно загрязняемые в наших деревнях! И речь далеко не всегда идет о хорошо осознаваемой зловредности, которая заранее испытывает радость, причиняя прохожим разочарования. Цель этого «преступления» не просто навредить людям – оно метит повыше. Некоторым из его свойств присущи и оттенки святотатства. Это оскорбление природы-матери.

Далее приводится омерзительно красочное описание того, до какой степени может быть загрязнена конкретная река (разумеется во Франции). Подставив название любой реки в цитату из Гюйсманса, приведенную Башлярам, сразу узнаешь и свою знакомую реку: «Бьевр – не более как шевелящееся дерьмо».

И все-таки самый большой интерес в этой работе представляет трактовка мотиваций действий и поступков человека. Может показаться, что такие посылы, как «осознанная зловредность», «ощущение радости от причинения вреда окружающим» и т.д., уже исчезли в цивилизованном мире сегодняшнего дня. Однако существует множество примеров, говорящих об обратном.

Пример – Байкал. Количество бумаги с описанием совершенно бессмысленной в своей нелепости эпопеи строительства и вредоносности Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), наверное, давно превысило объем бумаги, выпущенный этим комбинатом за то же время. Историю БЦБК легко найти в Свободной энциклопедии Википедия[8]. Там представлено огромное количество государственных постановлений, из которых невозможно понять самого главного, изначальную причину этого прецедента. В апреле 1966 на XXIII съезде КПСС с речью в защиту Байкала и нецелесообразности строительства БЦБК выступил лауреат Нобелевской премии (1965), писатель М.А. Шолохов[9]. Реакция – осенью того же года комбинат введен в эксплуатацию. В 1969 году С.А. Герасимов выпускает на экраны страны художественно-публицистический фильм «У озера». Реакция – Государственная премия СССР за 1971 год участникам фильма: С. Герасимову, Н. Белохвостиковой, В. Шукшину.

По сегодняшний день неясно, каковы истинные причины этой экологической ситуации. С чего все началось? 30 лет назад, в 1986 году в газете «Неделя»[10] эта причина, приведшая к неразрешимому экологическому

---

[8] http://ru.wikipedia.org/wiki/%C1%E0%E9%EA%E0%EB%FC%F1%EA%E8%E9_%F6%E5%EB%EB%FE%EB%EE%E7%ED%EE-%E1%F3%EC%E0%E6%ED%FB%E9_%EA%EE%EC%E1%E8%ED%E0%F2
Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат.

[9] **М. Шолохов**. Речь на XXIIIсъезде КПСС / М. Шолохов Собрание сочинений в восьми томах. Том 8 Очерки, статьи, фельетоны, выступления. М.: Изд-во «Правда», 1980 – 432 с. (с. 361-369).

[10] **В. Крупин**. Охрана природы – охрана души / Неделя № 29, 1986 г. 14-20 июля, стр. 18.

конфликту между человеком и природой, была изложена следующим образом.

Лет восемь назад мы – несколько писателей – беседовали с одним человеком, занимающим крупный народнохозяйственный пост (теперь уж он на пенсии). И он нам так отечески говорит: «Эх, молодежь-молодежь! Да кому он был нужен, этот целлюлозный комбинат на Байкале? Никому! И без него обошлись. Но уж слишком громко стала общественность кричать о загрязнении среды… А зачем нужно, чтобы нами руководили артисты да писатели, да киношники – вот мы взяли и построили этот комбинат прямо на Байкале. И заткнули им глотки…».

Как хорошо приведенная история перекликается с мыслями Башляра об осознанном несении зла, об ощущении садистской радости от причинения вреда людям любым путем, вплоть до уничтожения среды, которая окружает всех нас. И все это из-за мелких амбиций – деньги и власть, власть и деньги. В одном из выступлений Президент страны с досадой обмолвился по поводу Байкала, что проблема БЦБК просто мелочь по сравнению с выбросами города Улан-Удэ в реку Селенгу, которая является самым крупным притоком озера. Кажется, на это замечание никто не обратил внимания. Страшно представить, что на смену проблемы Целлюлозного комбината, после сообщения, что он закрыт, может прозвучать другая информация – Улан-Удэ «удЭлал» Байкал. Возможно, единственным способом сохранить мировое вместилище великолепной пресной воды, это издать только один указ, указ о запрещении абсолютно всех сбросов не только непосредственно в озеро Байкал, но и во все 336 рек и ручьев, которые в него впадают. Задача из области фантастики, хотя без ее решения Байкал неминуемо превратится в грязную, помойную лужу.

Впрочем, эта проблема не имеет отношения к теме данной статьи. В выше приведенном тексте была предпринята попытка только подчеркнуть мысль о том, что проблемы водоподготовки и водоочистки с каждым годом становятся все более и более актуальными.

Так, когда же все-таки вода появилась на кафедре «Экология и промышленная безопасность»?

Из первого Устава Императорского московского технического училища[11] (ИМТУ), утвержденного 1 июня 1868 г., можно узнать, что *для теоретического и практического образования воспитанников устроены в училище 9 классов: три приготовительных, три общих и три специальных. Все ученики в специальных классах разделяются на три отделения: а) механико-строительное, б) инженерно-механическое и в) инженерно-технологическое.* В перечне предметов преподавания отсутствуют дисциплины, связанные с водой. В то же время в брошюре за 1892 год «Программа предметов, преподаваемых в Императорском московском техническом

[11] Музей МГТУ им. Н.Э. Баумана.

училище»[12] такие дисциплины уже названы. Число отделений к этому времени сократилось до двух: а) механическое и б) химическое. Число классов сохранилось – 9. Но предметное наполнение их изменилось. В частности, появились три дисциплины, связанные с водой: 1) Насосы и водяные двигатели, 2) Водоснабжение и канализация и 3) Инженерное искусство (Основания и Водяные сооружения). Нас, в первую очередь, интересует вторая позиция. Рассмотрим подробнее ее содержание.

Водоснабжение и канализация, курс II специального класса механического отделения при 1 лекции в неделю включал в себя два раздела: Водоснабжение городов и Канализация городов. Поскольку программа этих предметов представляет безусловный интерес, воспроизведем ее полностью.

I. Водоснабжение городов.

Введение. Круговой процесс воды. Количество дождя. Поглощение. Испарение. Высота дождя; плювиометры.

Грунтовые воды и их происхождение. Состав грунтовых вод. Движение подземных вод.

Расход воды для домашних потребностей; расход для промышленных и публичных целей. Месячный, суточный и часовой максимум расхода. Определение суточного расхода для проектируемого водопровода. Качество воды пригодной для водоснабжения; ее чистота в механическом и химическом отношении.

Определение жесткости воды градусами.

Источники водоснабжения. Предварительные работы по проектированию водопровода. Главные части полного водопровода.

Устройства для собирания грунтовых и ключевых вод. Сборные каналы и колодцы. Натуральные фильтры. Артезианские колодцы.

Очистка речной воды. Отстаивание; фильтрация. Устройство песчаных фильтров. Аэрация.

Хранение воды. Устройство каменных и железных резервуаров. Собирательные пруды.

Относительное расположение сооружений для очистки и хранения воды.

Движение воды в открытых проводах (посредством силы тяжести). Средний радиус профиля. Средняя скорость; ее безопасная величина для различных материалов. Формулы для вычисления средней скорости.

Наиболее выгодная форма профиля провода. Расчет каналов; многоугольных, круглых и овальных (определение размеров поперечного сечения и уклона дна).

---

[12] Программа предметов, преподаваемых в Императорском московском техническом училище. Москва. Типография А.Г.Кольчугина, Волхонка, дом Воейковой. 1892.

Движение воды в замкнутых проводах (трубах). Определение потерь напора вследствие трения, изменений сечений и направлений. Полная потеря напора в длинном проводе.

Высота подъема свободной струи воды.

Устройства для проведения воды. Гравитационные и напорные проводы и их принадлежности.

Конструкция канав и каналов. Акведуки, сифоны, штольни. Входные колодцы, вентиляционные башенки.

Устройство и принадлежности трубных проводов.

Особые сооружения при водоснабжении из рек и из источников. Регулирование расхода воды. – Колебание расхода. Системы разбора. Системы трубной сети; их преимущества и недостатки.

Напорные зоны. Разделение города на зоны при доставке воды силой тяжести и при накачивании ее насосами. Устройство насосных станций.

Запасный или высокий резервуар и его принадлежности.

Контррезервуары и их цель.

Проектирование и расчет трубной сети. Конструкция трубного провода. Толщина стенок чугунных труб, способы их соединения, средства, предохраняющие от ржавчины; испытание и укладка труб. Прокладка труб через реки, пруды и мосты. – Особые части провода. Задвижки, их расположение и устройство. Спуски. Очистительные ящики. Воздушные краны. Гидранты. Водоразборные колодцы.

Водопроводы в домах. Способы разбора воды. Устройство провода от уличной трубы к частному владению. Просверливание уличной трубы. Устройство водопровода внутри здания. Чугунные, железные и свинцовые трубы и их соединения. Каучуковые и кожаные трубы.

Водомеры; турбинный и поршневой. – Домовые краны и гидранты. Бассейны и фонтаны. Учет расхода и взимания платы за воду.

Примеры водопроводов при снабжении речной, ключевой и грунтовой водой и при регулировании расхода возвышенным резервуаром и водонапорной башней.

II. Канализация городов.

Необходимость и цель канализации. Отбросы населенных мест. Системы канализации.

Предварительные работы по проектированию канализации.

Определение количества отводимых вод; примеры существующих канализаций.

Расчет размеров каналов и их уклонов. Материалы, употребляемые для сооружения каналов. Конструкция кирпичных каналов круглого и овального сечения. Запасные выпуски.

Основание каналов; исполнение кладки. Устройства на местах разветвления; соединение сходящихся овальных каналов. Перекрещивание с

газовыми и водопроводными трубами. Сифоны, устраиваемые при пересечении каналов реками.

Устройства для смотра и чистки каналов. Входные шахты; ламповые отверстия.

Устройства для полоскания каналов; автоматы.

Устройства для впуска вод в каналы на улицах и дворах. Канализация частных владений и ее соединение с уличным каналом. Вентиляция и чистка каналов. Отвод грунтовых вод (Дренаж).

Системы отвода канальных вод за черту города. Механические устройства для передвижения нечистот (системы Лириура и Шона). Сплавная и раздельная системы, их преимущества и недостатки.

Пример канализации города.

Разница во времени издания двух документов почти четверть века. Но в последнем документе приведены сведения о преподаваемых предметах в ИМТУ по состоянию на 1892 год и в нем ничего не говорится о том, с какого года эти предметы начали преподаваться. А то, что эти дисциплины изучались в ИМТУ гораздо раньше 1892 года, говорит, например, такой факт.

В 1873 году ИМТУ закончил Николай Петрович Зимин[13]. Причем закончил обучение с золотой медалью за работу по водоснабжению. Из его аттестации: «…при отличном поведении и очень хороших успехах в науках удостоили его в заседании 15 июля 1873 года звания «инженер-механик». В том же заседании педагогического совета за очень хорошие успехи в науках Зимину присвоено «Высочайше утвержденное право ношения знака отличия» на правой стороне груди (ЦИАМ, Ф179, Оп. 1, Д237)[14]. Очень важно подчеркнуть, что из стен ИМТУ выходит специалист по **водоснабжению** уже в 1873 году. А данный предмет преподавали на втором курсе специального класса механического факультета. Это значит, что он проходил «Водоснабжение и канализацию» уже в 1870 году. Практически с момента утверждения ИМТУ в статусе высшего учебного заведения.

[13]http://ru.wikipedia.org/wiki/%C7%E8%EC%E8%ED%2C_%CD%E8%EA%EE%EB%E0%E9_%CF%E5%F2%F0%EE%E2%E8%F7#cite_ref-vstmag_1-0 **Зимин** Николай Петрович. Википедия.

[14] http://ia-mozh.mosoblonline.ru/gybernia/387.html **Федорова Т.**, краевед. Водопровод и его герои. Русский инженер-механик / Новая жизнь. Общественно-политическая газета Можайского муниципального района. 2009 г.

Н.П.Зимин

Николай Петрович Зимин (1849-1909) – замечательный русский инженер и общественный деятель, благодаря которому Россия не только не уступала зарубежным странам в области городского водоснабжения, но и во многом их опережала.[15]

После окончания Училища он поступил на работу в Московский водопровод на должность младшего техника. Вскоре ему поручили заведовать всеми скважинами и насосными станциями, а затем он стал главным инженером Московского водопровода. В 1882 году под руководством Н.П. Зимина в Москве был построен Преображенский водопровод длиной более 3 км. Через 10 лет на базе старого Мытищинского водопровода по его проекту был сооружен новый, более мощный хозяйственно-пожарный водопровод протяженностью 110 км.

В 1892 г. Николай Петрович занялся организацией Российских Водопроводных съездов. На первом съезде в 1893 г. он был избран председателем Постоянного бюро и, будучи вновь избираемым по истечении сроков службы, возглавлял его до последних дней своей жизни.

Выдающийся инженер и общественный деятель Зимин Н.П. посвятил большую часть своей жизни проблеме переустройства или воссоздания городских сетей водоснабжения в целях выполнения ими функций как хозяйственного, так и противопожарного (пожарного) водопровода. Им были рассчитаны соответствующие диаметры труб, изобретена или заимствована и внедрена необходимая водопроводная арматура, пожарные подставки, заслонки, гидранты и пр.[16] Несколько деталей из биографии Зимина. В начале проектирования Москворецкого водопровода в среде специалистов столкнулись две точки зрения на устройство очистки вод Москвы-реки для целей водоснабжения. Зимин был сторонником так называемой «американской» методики, а его противники – «английской». Николай Петрович, придерживаясь технической политики молодой прогрессивной Америки, в одиночку отстаивал свою позицию. Все остальные придерживались технической политики консервативной Англии. Как показало время, уже в 1904 году подтвердилась правота Зимина: в половодье того года английские фильтры показали свою неэффективность. Однако два года назад победили противники Зимина, и он оставил свою должность и ушел в отставку.

[15]http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2010/2010-8/577-o-vode-vse-mysli-i-dela **Стяжкова Л.В.** О воде все мысли и дела / Водоснабжение и санитарная техника № 8, 2010.

[16] http://pozhproekt.ru/enciklopediya/zimin-nikolaj-petrovich **Зимин** Николай Петрович.

Ф.М. Дмитриев

В 1876 году на торжественном заседании Совета Императорского Технического Училища профессор Дмитриев Федор Михайлович (1828-1882) произнес речь «Об устройстве жилых помещений для рабочих на фабриках и заводах».[17] Речь полностью воспроизведена в книге по истории кафедры, изданной в 2010 году.[18] Из этого источника можно узнать, что в 1869 году Ф. М. Дмитриев был приглашен в ИМТУ на кафедру механической обработки волокнистых веществ. Одновременно он был директором бумагопрядильной фабрики братьев Малютиных в селе Раменском. Практический опыт фабричной работы позволил ему поднять в докладе вопросы, не свойственные его основной профессии. Вот несколько идей, имеющих отношение к воде, которых он касается в своем докладе.

«*Чему же следует приписать … прогрессивное улучшение общего здоровья …? Ни чему другому, как улучшению всех искусственных условий жизни города. Сюда относятся: лучшее устройство жилищ, устройство дешевого водоснабжения, полной сплавной канализации, посредством которой удаляются из города все нечистоты, заражающие воздух и тем вредящие здоровью жителей …*

Кроме воздуха могут вредно действовать на почву грунтовые воды, которые могут заносить в нее вредоносные вещества и из отдаленных мест. Грунтовые воды, проходя, например, чрез кладбище, чрез ямы с разными гниющими отбросами, чрез овраги, засыпанные мусором, смешанным с животными остатками, растворяют эти вещества и разносят их на далекие расстояния, пропитывая землю, чрез которую они проходят.

Поэтому первое внимание строителя жилого дома должно быть обращено на исследование почвы и грунтовых вод. Дом, построенный на почве, содержащей вредоносные вещества, не может быть здоровым домом, хотя бы был построен по всем правилам строительного искусства; его не спасает от заражения никакая вентиляция, никакая чистота и комфорт».

Отсюда можно заключить, что предмет «Водоснабжение и канализация» успешно преподавался до 1917 года в ИМТУ, которое после револю-

[17] **Дмитриев Ф.М.** Об устройствах жилых помещений для рабочих на фабриках и заводах: Речь, произнесенная профессором Дмитриевым в торжественном заседании Совета Императорского Технического Училища в 1876 г. 38 с.

[18] Кафедра «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана: прошлое, настоящее, будущее. 1930-2010 / Авторы составители: В.С. Ванаев, Н.С. Ванаева, А.Ф. Козьяков, Г.П. Павлихин, под ред. Г.П. Павлихина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 238, [2] с.: ил.

ции стало называться «Московское Высшее Техническое Училище» (МВТУ).

К марту 1930 года в МВТУ было уже четыре факультета: Механический, Химический, Электротехнический, Инженерно-строительный. При этом из сообщения Инженерно-Строительного факультета Проректору МВТУ Л.Г. Киферу в ответах на отдельные пункты анкеты отдела ИТО Главпрофобра от 5/XII 1921 г. за № 3357 известно, что первые два отделения существовали со дня преобразования Ремесленного училища в Высшую школу, т.е. с 1868 года. Два последних факультета были открыты в 1917 году в результате реализации идеи проекта профессора В.И. Гриневецкого.[19] По другим сведениям, например в Обзоре деятельности МВТУ от 1925 года[20], «Инженерно-строительный» факультет открыл свои двери впервые осенью 1918 года. В обзоре также можно познакомиться с учебными планами каждого из четырех факультетов по их отделам (тогда так назывались кафедры).

В приведенных ниже таблицах указаны только те названия предметов, которые, по мнению автора данной статьи, как-то совпадают (перекликаются) с сегодняшней кафедральной тематикой в вопросах водоподготовки и водоочистки. Порядковые номера названий предметов приведены в нумерации первоисточника.

I. УЧЕБНЫЙ ПЛАН Механического факультета МВТУ	
Отделы (кафедры) и специальности	**Названия предметов**
I. Общеобязательные предметы.	12. Гидравлические машины
III. Отдел общего машиностроения со специальностями: 1) гидравлические силовые станции и насосные станции.	6. Водяные турбины и центробежные насосы 8. Насосные станции 11. *Водоснабжение и канализация*

Известно, что на механическом факультете с 1/V-21 г. преподавал курс «Водоснабжение и канализация» ***Дроздов Владимир Александрович*** (1867-1932). Круг вопросов, которых он касался в своих лекциях, включал,

[19] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 1. Дело № 159. Московское высшее техническое училище. Канцелярия / Положение о высших учебных заведениях /печатное/. Выписки из протоколов заседаний правления, президиума и собрания преподавательской Коллегии. Переписка с Наркомпросом о ходатайстве возвращения из ссылки группы студентов и освобождения профессоров /Указаны фамилии/ об обеспечении профессоров достигших предельного возраста, о порядке расходования кредитов и о созыве совещаний. Сведения о численном составе учащихся и списки сотрудников училища / в деле имеется телефонограмма Совета Народных Комиссаров о заработке деканатов и секретарей факультетов училища. (Листы 226 и 257).

[20] **Обзор деятельности** Московского высшего технического училища / М.: Издательство Московского высшего технического училища, 1926. – 175 с. (стр. 126).

в частности, промышленную гигиену, очистку питьевой и сточных вод. Очень подробно он изложил это в своем жизнеописании, текст которого автор данной статьи посчитал целесообразным привести ниже, как исключительно интересный документ, непосредственно касающийся темы данной статьи.

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН Химического факультета МВТУ	
Отделы (кафедры) и специальности	**Названия предметов**
I. Общеобязательные предметы.	14. *Технология воды*

Известно, что предмет «Технология воды. Качественный анализ» читал ***Пацуков Николай Григорьевич***.

Учебный план Электротехнического факультета приводить не целесообразно, поскольку вода и электричество вещи не совсем совместимые. Тем не менее, можно сказать, что в Отделе производства, распределения и применения электрической энергии была специальность Гидросиловые станции. А из читавшихся предметов самым «водяным» был «Вентиляция, обеспылевание и увлажнение фабрик». Зато Инженерно-строительный факультет был «насквозь мокрым». Все пять отделов содержали водяную составляющую.

IV. УЧЕБНЫЙ ПЛАН Инженерно-строительного факультета МВТУ	
Отделы (кафедры) и специальности	**Названия предметов**
I. Предметы I, II и III курсов всех отделов, кроме Архитектурно-Жилищного.	4. Здания жилые и общественные 5. Городские хозяйственные сооружения 6. Гидротехнические сооружения с введением в водное хозяйство 7. *Общественная санитария и гигиена*
II. Отдел инженерных сооружений со специальностями: 1) мосты и конструкции; 2) городские хозяйственные сооружения; 3) фабрично-заводское строительство.	1. Кессонное дело и подводные сооружения 2. *Водоснабжение и канализация* 3. *Очистка сточных вод* 5. Городские и хозяйств. сооружения 6. Благоустройство город. и пром. районов

	8. Фабрично-заводские сооружения 10. *Фабрично-заводская санитария*
III. Гидротехнический отдел.	1. *Водоснабжение и канализация*
IV. Коммунальный отдел со специальностями: 1) водопровод и канализация; 2) отопление и вентиляция; 3) дорожное дело.	1. *Благоустройство* и планирование городов 2. *Водоснабжение* 3. *Канализация* 4. Насосы, вентиляция и струйные аппараты 5. Насосные станции 7. *Очистка промышленных сточных вод и мусоросжигание*
V. Архитектурный отдел.	1. *Общая санитария* 5. Домовая *канализация и водопровод* 8. Планировка городов

Перечень преподавательского состава и читаемых ими курсов на инженерно-строительном факультете самый представительный с точки зрения близости к тематике Водоподготовка и водоочистка. Вот выборочный списочный состав преподавателей, многие из которых являются гордостью не только Училища, но и страны.

1. Проф. ***Белов Павел Семенович*** – «Канализация».
2. Проф. ***Веснин Леонид Александрович*** – «Проектирование фабрик и заводов». Леонид Александрович [28.11(10.12).1880, Нижний Новгород, — 8.10.1933, Москва], учился в петербургской АХ (1901-09) у Л. Н. Бенуа. Профессор Московского высшего технического училища (1923-31) и Московского архитектурного института (1932-1933). Член Объединения современных архитекторов, с 1925. Старший из трех братьев выдающихся архитекторов. С 1925 года Веснины возглавили направление конструктивизма в отечественной архитектуре. Создавали коллективные проекты, уделяя особое внимание функциональному назначению сооружения, внедряли в строительство новые конструкции и материалы – Днепрогэс (1927-32), Дворец культуры автозавода им. Лихачева в Москве (1930-34).
3. Проф. ***Гениев Николай Николаевич*** – «Водоснабжение». *16 августа 1938 года начальнику кафедры «Водоснабжение и канализация» Военно-инженерной академии Н.Н. Гениеву присвоено звание дивинже-*

нер. 28 апреля 1943 года Н.Н. Гениеву присвоено звание генерал-майор инженерно-технической службы[21].

4. Проф. ***Долгов Александр Николаевич*** – «Городское техническое хозяйство». *Род. 1884, г. Москва; русский, б/п, обр. высшее, профессор, доктор технических наук, помощник главного инженера Главгидроэнергостроя Наркомата тяжелой промышленности СССР, прож. в Москве: ул. Гороховская, д.27, кв.2. Арестован 4 февраля 1938. Подписан к репрессии по первой категории (расстрел) в списке "Москва-центр. Список №1" от 20 августа 1938 на 313 чел., №79, по представлению нач. 1-го спец. отдела НКВД И.И. Шапиро. Сопроводительная записка Н.И. Ежова: "Прошу санкции осудить всех по первой категории". Подписи: "За". Сталин, Молотов. Приговорен ВКВС СССР 28 августа 1938 по обв. в участии в к.-р. террористической организации. Расстрелян и похоронен на "Коммунарке" (Моск. обл.) 28 августа 1938. Реабилитирован 9 апреля 1957*[22].
5. Проф. ***Дюмулен Ипполит Ипполитович*** – «Здания жилые и общественные».
6. Проф. ***Кашкаров Николай Алексеевич*** – «Водоснабжение и канализация». Автор книги «Курс водоснабжения»[23].
7. Проф. ***Шестаков Сергей Сергеевич*** – «Городское благоустройство». *С.С. Шестако́в (1862-1929) – инженер, окончил ИМТУ в 1886 году, с 1910-х годов главный инженер по благоустройству Москвы, проектировал в 1914 году Братское кладбище в Всехсвятском (ныне – Мемориально-парковый комплекс героев Первой мировой войны), в Советское время Главный инженер Москвы, профессор Московского высшего технического училища. Репрессирован и погиб в заключении*[24].
8. ***Бушков Владимир Александрович*** – «Инженерные конструкции». Курсовое проектирование по городским хозяйственным сооружениям.
9. ***Веснин Виктор Александрович*** – «Фабрично-заводское проектирование».
10. ***Думпе Юлий Юльевич*** – «Канализация».
11. ***Кениг Евгений Леонидович*** – «Использование водной энергии».

---

[21] http://russian-dossier.ru/taxonomy/term/5884 Страницы российской истории. Люди, события, воспоминания, документы... **Гениев** Николай Николаевич.

[22] http://hghltd.yandex.net/yandbtm?fmode=inject&url=http%3A%2F%2Fihst.ru%2Fprojects%2Fsohist%2Frepress%2Fkom%2F1938%2Fdolgov.htm&tld=ru&text=%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D0%B2%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%20%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87%20%E2%80%93%20%C2%AB%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%C2%BB.&l10n=ru&mime=html&sign=1dae3c3e5a5d7e58acd73f49bcaf0194&keyno=0 **Долгов** Александр Николаевич.

[23] **Кашкаров Н.А.** Курс водоснабжения М., 1926 г.

[24] http://ru.wikipedia.org/wiki/Шестаков,_Сергей_Сергеевич Википедия. Свободная энциклопедия. **Шестаков** Сергей Сергеевич.

12. ***Кнорре Михаил Евгеньевич*** – «Кессонное дело».
13. ***Козырев Дмитрий Порфирьевич*** – «Промышленные и сточные воды и их очистка».
14. ***Колли Николай Джемсович*** – «Планировка населенных мест».
15. ***Лукиных Алексей Алексеевич*** – «Проектирование по канализации».
16. ***Львов Николай Николаевич*** – «Энциклопедия производств».
17. ***Нагорский Дмитрий Виссарионович*** – «Санитарная техника».
18. ***Поморцев Владимир Петрович*** – «Общественная санитария и гигиена».
19. ***Саишников Александр Ильич*** – практические занятия по курсу «Благоустройство городов и селений».
20. ***Самгин Андрей Николаевич*** – упражнения по домовой канализации и водопроводу.
21. ***Семенов Владимир Николаевич*** – «Планировка городов».
22. ***Чернышев Сергей Егорович*** – «Планировка городов».
23. ***Шишкин Захар Нестерович*** – «Очистка городов».
24. ***Яхер Чеслав Стефанович*** – упражнения по водоснабжению.

Во введении к учебнику[25] для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Водоснабжение и канализация», среди ученых, создавших единую комплексную дисциплину «Водоснабжение», упоминаются уже знакомые фамилии, Зимин Николай Петрович, Гениев Николай Николаевич, Кашкаров Николай Алексеевич, которые в разное время принимали самое активное участие в решении основных вопросов водопроводного дела. В то же время вызывает легкое недоумение следующее утверждение автора учебника Н.Н. Абрамова. *В высших учебных заведениях дореволюционной России инженеров по водоснабжению специально не готовили. Вопросами водоснабжения занимались инженеры путей сообщения, гражданские инженеры и частично инженеры-механики и технологи*[26]. Да, Зимин Н.П. закончил ИМТУ в звании «инженер-механик», но золотую медаль он получил за работу по водоснабжению. А на втором курсе специального класса механического отделения он прослушал полный объем дисциплины «Водоснабжение и канализация», обязательной в ИМТУ с 1868 года. Вывод, ИМТУ всегда готовил инженеров по водоснабжению и канализации и не только по этим «водяным» специальностям.

1929 год характеризуется серьезными реформами в системе образования и структуре МВТУ, достаточно болезненно отражавшимися на учебном процессе и всей жизни Училища. В июле 1929 года в МВТУ проводится очередная реорганизация, сопровождающаяся массовым переизбранием профессорско-преподавательского состава. Для проведения этого мероприятия была сформирована специальная Центральная Комиссия по перевыборам профессорско-преподавательского состава МВТУ. Кандидат на

[25] http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-15/index.htm **Абрамов Н.Н.** Водоснабжение © Стройиздат. 1-е изд. – 1967 г., 2-е изд. – 1974 г.
[26] http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-15/1.htm **Абрамов Н.Н.** Водоснабжение. Введение.

чтение лекций должен был подать в учебную часть МВТУ заявление и жизнеописание. После чего председатель центральной комиссии по перевыборам профессорско-преподавательского состава направлял запрос для получения рекомендации по конкретному кандидату. В Центральном архиве города Москвы был обнаружен интересный материал, касающийся конкретного преподавателя, профессора Дроздова Владимира Александровича[27]. В число документов, содержащихся в деле, входят:

- Заявление Дроздова В.А. от 9 июля 1929 года в учебную часть МВТУ (лист 90);
- Жизнеописание, подписанное проф. Дроздовым В.А. 9 июля 1929 года (лист 91);
- Препровождение материала на гр. Дроздова В.А. профессору Куколевскому И.И., подписанное 13 июля 1929 года Пред. Комиссии Мостовенко (Лист 89[а]);
- Протокол № 12. Список выдвигаемых преподавателей на должность научных работников в результате перевыборной компании (Лист 141, 142 оборот);
- Просьба правления МВТУ утвердить кандидатуру (Лист 143).

Ж И З Н Е О П И С А Н И Е

Дроздов Владимир Александрович родился в г. Москве в 1867 году. Получив среднее образование в Московском реальном училище, поступил в Высшее Техническое училище, каковое и окончил в 1892 году со званием инженера-механика. Свои познания и опытность в области санитарной гидротехники приобрел, работая под руководством известного специалиста по водопроводному делу инженера Н.П. Зимина сначала в качестве практиканта студента в каникулярное время, а затем инженера при постройке Московского водопровода. В 1894 году В.А. Дроздов становится руководителем санитарно гидротехнической конторы Нептун[28], где проводит следующие работы: 1 – изыскание источников водоснабжения, 2 – проектирование водопроводов и очистных сооружений, 3 – постройка городских и фабричных водопроводов и оборудование их очистными сооружениями, 4 – проектирование канализаций, 5 – проектирование и устройство очистных сооружений для сточных вод и т.п.

Первое публичное выступление В.А. Дроздова произошло в 1902 г. на Всероссийском Пожарном Съезде, где он выступил с докладом на тему: «Задача противопожарного водоснабжения и примеры пользования го-

[27] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 1. Дело № 216[а]. Особо ценное (Начато 31 июля 1929. Кончено ____. На 158 листах). Московское высшее техническое училище. Канцелярия. Протокол № 12 заседания (Механ. Фак-та) центральной комиссии МВТУ по перевыборам профессорско-преподавательского состава и приложение к протоколу.

[28] http://istmat.info/node/29375 Проф. **Дроздов В.А.** Государственное водопроводное и санитарно-техническое бюро “Нептун” (Основано в 1919 г.) / Торгово-Промышленная газета 6-7 ноября 1927 г. № 255/56 (1690/91).

родскими водопроводами для непосредственного тушения пожаров из пожарных кранов».

Занимаясь водопроводными вопросами В.А. Дроздов одновременно начал изучать вопрос по очистке сточных вод. Первая его работа на эту тему: «Биологический способ очищения сточной жидкости» появляется в бюллетенях Политехнического Общества в 1906 г. Инженер Н.М. Зимин оценив серьезную заинтересованность В.А. Дроздова вопросами очистки сточных вод, командирует его заграницу для более глубокого изучения этого вопроса на месте. Он консультируется в Германии у профессоров Тумма, Шиле, в Англии у известных специалистов Фаулера, Ардерна и Дибдина. Результатом поездки явился ряд статей в журналах Политехнического Общества, Мануфактурной Промышленности, Трудах Водопроводных Съездов. Дальнейшая работа Дроздова была направлена на изучение метода очистки промышленных сточных вод. Он дает ряд статей на тему из практики санитарной техники в деле охраны рек от загрязнения фабричными сточными водами, а также о положении вопроса по очистке отработанных сточных вод текстильной промышленности. В это же время Дроздов выступает с докладами на Пироговских Съездах, на Съезде по акклиматизации животных и растений, на Мелиоративных съездах и др.

В 1910 г. Дроздов избирается Председателем Сточной Комиссии, образованной при Обществе для содействия улучшению и развитию Мануфактурной Промышленности. Работа этой комиссии продолжалась до 1915 г. По поручению Совета Общества Дроздов приготовил обширный доклад на Международном Съезде по прикладной химии на тему «Сточные воды на мануфактурной промышленности и их очистка». В этом же году Дроздов избирается Председателем Отдела Взаимопомощи Политехнического Общества, каковым и остается до 1918 года. В 1909 – 1910 гг. Дроздов принимает участие в работах особой комиссии по исследованию систем ассенизации железнодорожных станций. В 1911 г. он едет вновь заграницу, главным образом в Германию для изучения очистки промышленных красильных вод по системе Прейбита. Вернувшись, он дает отчет по очистке сточных и промышленных вод в Германии по личным осмотрам и выступает с докладом на эту тему в ряде научных обществ. Следует отметить большое выступление на тему «Обзор докладов по вопросам очистки сточных и питьевых вод», сделанное на XV Международном Съезде по гигиене и демографии в Вашингтоне в 1912 г. Вслед за этим Дроздов делает доклад в группе членов Водопроводных Съездов на темы: «Нормы очищения сточных вод, предложенные Английской Королевской Комиссией для охраны рек от загрязнения», «Рыбные пруды для очистки сточной жидкости» и др. За труды в области санитарной гидротехники Дроздов был награжден золотой медалью на Всероссийской Гигиенической Выставке в Петрограде в 1913 году.

Наступает 1918 г. и В.А. Дроздов переходит в ВСНХ[29], где формировался Химотдел и потому требовались лица с организационными способностями. Бюро Нептуна, отпуская Дроздова, выдало ему удостоверение для представления в ВСНХ следующего содержания: «Мы даем согласие лишь потому, что уверены, что опыт и знание Дроздова могут быть использованы на общественной службе в настоящее время более продуктивно, нежели в нашем деле». Дроздов поступает сначала в КГС, а затем переходит в Химотдел, где покойный Лев Яковлевич Карпов[30] начинал развертывание этого отдела. Дроздов становится во главе сметного технического отдела, принимает участие в формировании калькуляционной комиссии для составления энциклопедии по химической промышленности для установления себестоимости продукции.

В 1919 году Дроздов читает лекции: 1 – на курсах Центрального Отдела Народного Образования среди Строительных рабочих, 2 – на ускоренных курсах Московского Высшего Технического Училища, 3 – по кафедре санитарной гидротехнике в Тимирязевской Сельскохозяйственной Академии, 4 – на механическом факультете МВТУ.

Научно Техническая Секция ГУС[31] назначает В.А. Дроздова на должность профессора в ТСХА[32] по курсу сельского водоснабжения.

В 1921 г. Дроздов принимает участие в Организационной Комиссии Главного Управления Коммунального Хозяйства НКВД[33] по созыву Всероссийской Конференции по вопросам коммунальных водопроводов и канализации и составляет краткий отчет по этой конференции. В этом же году восстанавливается деятельность Московской Группы Водопроводных Съездов и Дроздов В.А. избирается Председателем этой группы.

В 1922 г. Дроздов назначается заведующим Водопроводного и санитарного технического Бюро, состоящего при НТУ ВСНХ. Основная деятельность этого бюро состоит в проектировании водопроводов, канализаций, очистки питьевых, сточных хозяйственных и промышленных вод, умягчение жестких вод, увлажнении воздуха помещений ткацких цехов и прядилен. В этой должности Дроздов остается и по сие время.

---

[29] ВСНХ – Высший совет народного хозяйства (Алексеев Д.И., Гозман И.Г., Сахаров Г.В. Словарь сокращений русского языка. Около 15000 сокращений. Изд. 2-е, испр. и доп. Под ред. Д.И. Алексеева, М., «Русский язык», 1977).

[30] Карпов Лев Яковлевич [18 (30).4.1879, Киев, – 6.1.1921, Москва], деятель революционного движения в России, один из организаторов сов. химической промышленности. Окончил Московское высшее техническое училище (1910), по образованию химик. В 1918 при содействии Карпова основана Центральная химическая лаборатория ВСНХ в Москве, ныне Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова. Похоронен на Красной площади у Кремлёвской стены.

[31] ГУС – Государственный ученый совет (Наркомпроса РСФСР, 1919-1933). (Алексеев Д.И., Гозман И.Г., Сахаров Г.В. Словарь сокращений русского языка. Около 15000 сокращений. Изд. 2-е, испр. и доп. Под ред. Д.И. Алексеева, М., «Русский язык», 1977).

[32] ТСХА – Тимирязевская сельскохозяйственная академия (Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева) (Там же).

[33] НКВД – Народный комиссариат внутренних дел, Наркомвнудел (Там же).

В 1923 г. Дроздов принимает участие в организационной комиссии по созыву XII Водопроводного Съезда[34] в Москве. На ряде последующих Съездах в Баку в 1925 г., в Харькове в 1927 г. и в Ростове-на-Дону в 1929 г. Дроздов делает доклады, выдвигая новые вопросы о сельском водоснабжении, о введении клепанных из дерева труб, о методах отстаивания воды и т.п.

В 1929 г. на Съезде в Ростове-на-Дону Дроздов избирается пожизненным Почетным Членом Всесоюзных Водопроводных и Санитарно-Технических Съездов. В.А. Дроздов принимает непрерывно в течение многих лет участие в чтении лекций на курсах: 1 – санврачей Наркоминдела и Мосздрава, 2 – инженеров службы Пути и Тяги, 3 – коммунальных инженеров и техников при ГУКХ НКВД в целях повышения квалификации.

В последних публикациях Дроздов касается следующих тем: 1 – деревянные трубы из клепок по американскому способу, 2 – руководство по фильтрованию воды американским методом, 3 – сельское водоснабжение. Статьи печатаются в Трудах Водопроводных Съездов, Строительной Промышленности, Советской Энциклопедии и др.

Дальнейшие события в истории МВТУ внесли очень сильные изменения в тематику преподаваемых предметов. В соответствии с Приказом по Высшему Совету Народного Хозяйства СССР № 1053 от 20 марта 1930 г., Московское Высшее Техническое Училище было разделено на 5 самостоятельных Училищ, каждое из которых было организовано на базе его соответствующих факультетов:

а) Высшее Механико-Машиностроительное Училище (ВММУ).

б) Высшее Аэромеханическое Училище.

в) Высшее Инженерно-Строительное Училище.

г) Высшее Энергетическое Училище.

д) Высшее Химико-технологическое Училище.[35]

ВММУ было передано Машиностроительному Объединению на основе общего постановления Президиума ВСНХ от 15 февраля 1930 г.

Из четырех факультетов, имевшихся в МВТУ, кое-что осталось только от Механического факультета. Какие конкретно специальности остались можно узнать из приказа по ВММУ № 57 от 7 мая 1930 г. «О майском целевом приеме»[36].

---

[34]http://hghltd.yandex.net/yandbtm?fmode=inject&url=http%3A%2F%2Fwww.raww.ru%2Fekb%2F2617&tld=ru&text=%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%81%D1%8A%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D1%8B%201920-%D1%85%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2&l10n=ru&mime=html&sign=b91bd7331ff3337c380c3bc8127b8867&keyno=0 История профессиональных съездов водопроводно-канализационного хозяйства.

[35] Музей МГТУ им. Н.Э. Баумана.

[36] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 1. Московское высшее техническое училище. Канцелярия / Том 1. Приказы директора училища по основной деятельности за февраль – июль 1930 г. (на 87 листах, лист 14).

ВММУ

П Р И К А З

№ 57

7/V-30 г.

О Майском приёме.

1. Окончательное число студентов майского целевого приема утверждено в 375 человек по следующим перечням и подразделениям по специальностям:

1.	Холодная обработка	4 гр.	-	100 чел.
2.	Горячая обработка	1 гр.	-	25 "
3.	Точная механика	2 "	-	50 "
4.	Литейное дело	1 "	-	25 "
5.	Стационарные двигатели	1 "	-	25 "
6.	Паровозы-тепловозы	1 "	-	25 "
7.	Паровые турбины	1 "	-	25 "
8.	Грузоподъемные машины	1 "	-	25 "
9.	Холодильные машины	1 "	-	25 "
10.	Турбинные и насосные установки	1 "	-	25 "
11.	Металловедение	1 "	-	25 "
				375 чел.

4 гр. холод. обраб. делится на

резание металлов	2 гр.	50 чел.
инструм. дело	1 "	25 "
станкостроение	1 "	25 "

2. Учебно-производственному отделу предлагаю в дальнейшем разработать и уточнить учебные планы специальности «Станкостроение».

3. Начало занятия установить 11 мая, т.е. 9 день 1-й декады в мае м"це. При этом 2 первых часа занятия (8-10 ч. у) отвести для сообщения директора о задачах и порядке учебы.

4. Выполнение учебного плана 1 триместра разделить на 2 очереди: 1-я в течение 6 декад в период с 11мая по 10 июля и 2-я – 4 декад в период с 1 сентября по 10-е окт. 1930 г.

5. (о каникулах)

6. (утвердить планы)

7. (разработать планы)

ДИРЕКТОР (Цибарт)

Реформа высшего и среднего образования осуществлялась в соответствии с постановлением Правительства СССР от 23 июля 1930 года «О ре-

организации вузов, техникумов и рабфаков»[37]. Необходимость проведения реформы мотивировалась так.

Бурные темпы социалистического переустройства страны с исключительной остротой выдвинули неотложную задачу подготовки новых пролетарских кадров специалистов, в первую очередь руководителей и организаторов народного хозяйства СССР.

Эти кадры специалистов, обладая широким общественно-политическим кругозором, должны находиться по своим техническим и экономическим знаниям на уровне современной науки и техники и вполне удовлетворять требованиям социалистической реконструкции. Разрешение этой задачи невозможно без коренной реорганизации существующих вузов, техникумов и рабфаков на основе решительного сближения теоретического обучения и производственной практики, специализации учебных заведений по отраслевому признаку и приведения самой системы образования в соответствие с экономическим районированием страны, хозяйственным и культурным строительством национальных районов и с организацией промышленности, сельского хозяйства, торговли, транспорта и т.д.

Реорганизация учебных заведений проходила в форме следующих мероприятий:

1. Многофакультетные высшие учебные заведения и техникумы реорганизуются в отраслевые учебные заведения и техникумы. В необходимых случаях однородные специальности разных учебных заведений объединяются.

2. Технические учебные заведения передаются в ведение отраслевых хозяйственных объединений соответствующих наркоматов и других учреждений Союза ССР и союзных республик.

Среди перечисленных в приказе № 57 оставшихся специальностей, которые хотя бы косвенно относились к воде можно отнести, с большой натяжкой, паровозы, турбины, насосы.

10 сентября 1930 года по ВММУ издается приказ № 449 (в развитие приказа № 1 от 28 марта 1930 года) об утверждении 27-ми общеучилищных кафедр и учебных штатов по ним[38] (лист 20 с оборотом). Среди них кафедры: «Гидравлика и гидравлические машины (общий курс)» ответственный руководитель кафедры, профессор Куколевский И.И. и «Компрессоры и вентиляторы», ответственный руководитель кафедры, доцент Ведерников М.И. Следует отметить, что тем же приказом № 449 впервые утверждается кафедра «Техника безопасности», ответственный руководитель кафедры, доцент, Синев П.И. (ссылка-сноска 18).

22 сентября 1930 года по ВММУ издается приказ № 513 об утверждении учебных штатов 12-ти специальностей (факультетов) по предме-

[37] http://www.libussr.ru/doc_ussr/ussr_3657.htm Центральный исполнительный комитет и Совет народных комиссаров СССР Постановление от 23 июля 1930 года О реорганизации вузов, техникумов и рабфаков.

[38] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 2. Московский механико-машиностроительный институт им. Баумана. Канцелярия / Том 2. Приказы директора института по основной деятельности за август – декабрь 1930 г. (на 112 листах).

там (кафедрам), не обслуживаемым общеучилищными кафедрами (ссылка 34, архивные листы 29 и далее). Вышеприведенная информация может служить уточнением данных, приведенных на стр. 107 капитального труда, посвященного 175-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана[39]. Перечень предметов практически не отличается от приказа № 57, но дан более подробно с перечислением предметов по каждой специальности. На специальности (факультете) «Гидравлические турбины и насосные установки» предусматривался предмет (кафедра) «Водоснабжение и канализация». Таким образом, несмотря на полную потерю Инженерно-строительного факультета вопросы «Водоподготовки и водоочистки» сохранились в учебной программе ВММУ. 28 октября 1930 года вышел приказ по ВСНХ следующего содержания[40].

Приказ по
ВЫСШЕМУ СОВЕТУ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
№ 2222
гор. Москва, « 28 » октября 1930 года.

31 октября с.г. исполняется 25 лет со дня убийства известного революционера-большевика Н.Э. БАУМАНА, и для увековечивания памяти тов. БАУМАНА дирекция, партийные и общественные организации Высшего Механико-Машиностроительного Училища ходатайствуют о присвоении этому ВТУЗу имени тов. БАУМАНА. А потому Президиум ВСНХ СССР ПОСТАНОВИЛ: переименовать В.М.М.У. в Московский Механико-Машиностроительный Институт им. Н.Э. Баумана.

Зам. Председателя ВСНХ СССР
Пом. Управляющего делами
ВСНХ СССР

31 октября, спустя три дня, по ВММУ издается приказ № 678 (ссылка 34, архивный лист 55 с оборотом):

31-го Октября с/г. исполнилось 25 лет со дня убийства известного революционера Н.Э. БАУМАНА. Для увековечения памяти тов. БАУМАНА по ходатайству партийных и общественных организаций ВММУ – ВСНХ СССР постановил: приказом № 2222 от 28-го Октября-с/г. переименовать ВММУ в Московский Механико-Машиностроительный Институт с присвоением имени Н.Э. БАУМАНА.

Об"являя приказ ВСНХ СССР для сведения и исполнения, предлагаю Управлению Делами принять надлежащие меры к широкому осведомлению парт. и общественных организаций и проведению в жизнь приказа № 2222 по ВСНХ СССР.

---

[39] **Федоров И.Б., Павлихин Г.П.** Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 175 лет. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 352 с.: ил.

[40] http://hghltd.yandex.net/yandbtm?fmode=inject&url=http%3A%2F%2Fwww.bmstu.ru%2F~vil%2Fbauman.htm&tld=ru&text=%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20%D0%B2%D1%81%D0%BD%D1%85%20%E2%84%96%202222%20%D0%BE%D1%82%2028%20%D0%BE%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8F%201930%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0&l10n=ru&mime=html&sign=30851845e901d980b4af6bbf4d77fddf&keyno=0 НИКОЛАЙ ЭРНЕСТОВИЧ БАУМАН.

Кончилось самое короткое и самое «смутное» время в истории МГТУ. Под именем ВММУ училище просуществовало семь месяцев и одну неделю с 20 марта по 28 октября 1930 года. В новом качестве бывшее училище стало называться Московский Механико-Машиностроительный Институт имени Н.Э. Баумана (МММИ). Вся вода ушла на специальность (факультет) «Гидравлические турбины и насосные установки», которая содержала 12 предметов (кафедр):

1. Гидравлика и гидравлические машины.
2. Гидротехнические сооружения.
3. Электрооборудование станций.
4. Утилизация водной энергии.
5. Железобетон.
6. Специальные главы гидравлики.
7. Геодезия.
8. Основы строительного дела.
9. Экономика теплосилового хозяйства.
10. Водяные турбины, центробежные насосы, поршневые насосы и станции.
11. Регуляторы хода машин.
12. Водоснабжение и канализация.

Тематика только что родившейся кафедры «Техника безопасности» была ориентирована в основном на *выработку таких технических условий производственных работ, при которых риск несчастных случаев сводился бы к минимуму*[41] *(стр. 3)*. Т.е. воды здесь практически не было. Единственно, что как-то связывало специфику новой кафедры с водой это организация «Противопожарных мероприятий» с позиции концепции безопасности человека.

В 1938 году постановлением Совнаркома СССР МММИ им. Баумана был передан из ведения Наркомата тяжелой промышленности в Наркомат вооружений (сноска 36, стр. 113). В соответствии с новыми задачами изменились структура и состав факультетов. В приемо-сдаточном акте[42] от 14 июля 1939 года, в его первом разделе «Организационная структура института» сказано, что в составе института имеются факультеты:

1. Артиллерийский /Е/,
2. Боеприпасов /Н/,
3. Бронетанковый /О/,
4. Механико-технологический /МТ/,
5. Тепловых и гидравлических машин /ТГМ/,

[41] **Синев П.И**. Несчастные случаи в промышленности и техника безопасности. Конспект лекций с диапозитивами для широкой рабочей аудитории / Разработан по заданиям Культотдела ВЦСПС – М.: Издание ВЦСПС, 1924 – 37 с.

[42] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 22. Хранить постоянно. Наркомат вооружения СССР. Московский механико-машиностроительный институт им. Баумана. Канцелярия / Акт приема-сдачи дел бывшим директором института Никитиным В.П. директору института Дыкову А.Т. от 14 июля 1939 года (с приложениями). (на 332 листах).

6. Точной механики и оптики /$А_3$/.

В списке общеинститутских кафедр МММИ им. Н.Э. Баумана под номером 15 значилась «Техника безопасности и противопожарная техника» (подчиняется Учебной части). Поэтому к 1941 году заведующий кафедрой, Синев П.И. издает конспект лекций по технике безопасности и противопожарной технике[43].

С июня 1941 года драматические события, связанные с началом Великой Отечественной войны, вылились в эвакуацию вуза в Ижевск, сокращение преподаваемых дисциплин. К 1943 году институт вернулся в Москву.

22 мая 1943 года постановлением Государственного Комитета Обороны за № 3411 Московский ордена Трудового Красного Знамени Механико-Машиностроительный Институт имени Баумана переименован в Московское Ордена Трудового Красного Знамени Высшее Техническое Училище имени Баумана Наркомата Вооружений (МВТУ НКВ).

25 мая 1943 года Народный Комиссариат Вооружения и Всесоюзный Комитет по делам высшей школы при СНК СССР в соответствии с этим постановлением объявил приказ за № 190/III.

29 мая 1943 года эти документы были озвучены в МММИ им. Баумана приказом № 69/и.

В постановлении кроме переименования вуза подчеркивалось, что дело подготовки кадров высококвалифицированных инженеров и аспирантов по основным видам вооружения, боеприпасов, машиностроению и пиротехнике считается важнейшей неотложной задачей. Принимая во внимание необходимость создания мощной учебной базы для успешного разрешения этой задачи, Комитет Обороны утвердил мероприятия по улучшению качества подготовки и увеличению выпуска инженеров по вооружению, боеприпасам, точному приборостроению, общему машиностроению и пиротехнике (ссылка-сноска 37).

В постановлении явно чувствуется акцент на необходимости сосредоточения внимания в первую очередь на предметах оборонного значения. Несмотря на это, кафедра «Техника безопасности и противопожарная техника» выжила в составе Механико-технологического факультета[44].

Первая найденная в архиве послевоенная программа по этой дисциплине датирована 1955 годом[45]. Разработанная тогдашним заведующим кафедрой Кушвидом П.Г., она содержала следующую «водяную» составляющую в части Противопожарное водоснабжение:

---

[43] **Синев П. И.** Конспект по технике безопасности и противопожарной технике. – М.: Изд-во МММИ им. Баумана, 1941.

[44] **ЦАГМ** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 54. Хранить постоянно. Наркомат вооружения СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Механико-технологический факультет / Отчет о работе факультета за 1943/1944 учебный год. (на 17 листах).

[45] **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 725. Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Программа кафедры по курсу «Основы техники безопасности и противопожарной техники» на 1955 год. (На 6 листах).

Противопожарный водопровод высокого или низкого давления.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение.

Расчетная продолжительность тушения пожара.

Расход воды на спринклерные и дренчерные установки. Хранение и контроль неприкосновенного противопожарного запаса воды.

Водонапорные баки. Полезная емкость водоемов.

Установка стационарных пожарных насосов.

Водопроводные сети и диаметры труб.

Пожарные гидранты.

Устройство внутренних противопожарных водопроводов.

С приходом на кафедру заведующего Гладких П.А. в 1959 году научно-исследовательская составляющая работы кафедры пополнилась новой тематикой: «Вибрация оборудования компрессорных станций», «Вибрации в трубопроводах», «Колебания нагнетательных установок». НИР проводилась в первую очередь применительно к газопроводам и нефтепроводам, но, по сути, касалась тех же «водяных» проблем, что и задача о гидравлическом ударе, решенная в 1897-1899 годах Н.Е. Жуковским в бытность его профессором теоретической механики ИМТУ.

В 1966 году, когда обязанности заведующего кафедрой исполнял Иванов Б.В., кафедра была переименована в кафедру «Охрана труда» в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего образования СССР от 20 сентября 1965 года № 273 и в связи с переименованием курса «Основы техники безопасности и противопожарной техники» в курс «Охрана труда». Программа нового курса содержала больший объем, связанный с водой. Курс включал в себя четыре раздела, из которых три, так или иначе, содержали воду:

Основы законодательства по охране труда,

Основы техники безопасности,

Производственная санитария и гигиена труда в промышленности,

Основы пожарной профилактики.

В 1973 году заведующий кафедрой профессор Юдин Е.Я. опубликовал программу курса «Охрана труда» для всех специальностей МВТУ им. Н.Э. Баумана. Водяным вопросам в ней была посвящена одна Глава 11 «Пожарная профилактика». Вместе с тем, несмотря на то, что Евгений Яковлевич был акустиком, он вынашивал идею распространения вопросов «Охраны» с чисто производственной сферы на более широкую область, т.е. на природу в целом. Первые соображения на этот счет были реализованы в учебном пособии Ф.А. Барбинова и А.М. Галеевой «Охрана природы», вышедшем в издательстве МВТУ в 1976 году под редакцией Е.Я. Юдина. С этого момента охрана гидросферы стала постоянным объектом внимания кафедры в рамках дисциплины «Охрана природы». Природоохранную идею подхватывает и активно продвигает Белов С.В.[46], возглавивший ка-

[46] **Павлихин Г.П., Ванаев В.С., Козьяков А.Ф.** История кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1976-2007 годы. Белов Сергей Викторович // Безопасность

федру в 1976 году. Еще до прихода на кафедру Э-9 (такое обозначение кафедра «Охрана труда» получила в 1970 году в связи с переводом на факультет «Энергомашиностроение») Сергей Викторович начал заниматься проблемой пористых структур в качестве фильтров для очистки жидкостей и газов. Эта проблема вылилась в кафедральную научно-исследовательскую работу, продолжающуюся по настоящее время. В 1976 году в издательстве «Машиностроение» вышла монография Белова С.В. «Пористые металлы в машиностроении», которую сразу перевели в Японии. В 1981 году книга вышла вторым изданием, а в 1987 в издательстве «Металлургия» вышел справочник по этой же тематике «Пористые проницаемые материалы» под редакцией С.В. Белова.

К 1979 году кафедрой уже проведена большая работа по внедрения в читаемые курсы вопросов защиты окружающей среды. В весеннем семестре в порядке опыта профессором С.В.Беловым прочитан 42-часовой курс «Охрана труда и инженерная экология». Продолжается работа над курсом «Защита окружающей среды» для преподавателей-стажеров училища и по составлению тематики заданий к дипломному проектированию по тому же вопросу. Под руководством преподавателей кафедры выполнен ряд дипломных проектов со специальной частью, посвященной охране окружающей среды и гидросферы в том числе.

В 1980 году кафедра «Охрана труда» была переименована в кафедру «Охрана труда и окружающей среды». С начала 1980-х годов тематика методической литературы, разрабатываемой сотрудниками кафедры, приобретает новое звучание. Начинают заметно преобладать методические разработки, относящиеся к экологической тематике и защите окружающей среды:

1. Охрана окружающей среды: Учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. Белова С.В. 1983.
2. Защита окружающей среды: Сборник типовых инженерных расчетов / Под ред. Белова С.В. 1983.
3. Павлихин Г.П. Системы очистки воды в машиностроении: Учебное пособие для дипломного проектирования / Под ред. В.П.Сивкова 1985.
4. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов / Под ред. Белова С.В. 1991.
5. Павлихин Г.П., Спиридонов В.С. Расчет технологического оборудования для очистки воды: Учебное пособие / Под ред. Б.С. Ксенофонтова 1999.

Такой крен в сторону охраны окружающей среды не мог не привести к рождению новой научно-педагогической дисциплины. Кафедра переименовывается в кафедру «Промышленная экология и безопасность». По инициативе руководства кафедры 20 марта 1989 года создается Научно-

---

жизнедеятельности № 2. – М., Изд-во «Новые технологии», «Безопасность жизнедеятельности», 2010. – С. 46 - 54. – Библиогр.: с. 54 (20 назв.).

методический совет Гособразования СССР «Безопасность жизнедеятельности» во главе с С.В. Беловым. А 20 сентября этого же года Учебно-методическим управлением МГТУ им. Н.Э. Баумана утверждается программа курса «Промышленная экология и безопасность (Безопасность жизнедеятельности)», разработанная сотрудниками кафедры. В 1990 году кафедра получила название, которое носит по сегодняшний день «Экология и промышленная безопасность».

Девяностые годы характеризуются тем, что идет подготовка, апробация, обкатка учебника «Безопасность жизнедеятельности», который вышел в 1999 году и продолжает издаваться по настоящее время. В учебнике впервые в рамках концепции безопасности приводятся требования по защите гидросферы в главе Идентификация вредных факторов и защита от них:

- Состав и расчет выпусков сточных вод в водоемы;
- Средства защиты гидросферы;
- Сбор и ликвидация твердых и жидких отходов.

Выходу в свет учебника предшествовала постановка научно-исследовательской работы на кафедре по тематике «Водоподготовка и водоочистка», которая успешно продолжается по настоящее время.

Можно сказать, что сегодня водная тематика на кафедре течет как бы в двух руслах.

Первое из них берет свое начало с 1976 года, когда Белов С.В. принес на кафедру научно-исследовательскую тематику по фильтрации газов и жидкостей с помощью пористых проницаемых материалов. В дальнейшем методологические подходы к исследованию проблемы очистки жидкостей, в том числе и воды, стали расширяться. В настоящее время в этом русле исследуется широкая палитра методов и способов очистки: сорбционные методы, очистка в силовых полях, мембранное разделение и др. Курирует эти направления профессор Г.П. Павлихин[47], который работает на кафедре с 1976 года, а с начала 2009 года был ее заведующим. Наиболее ярким научно-педагогическим событием водяного содержания в это время был проект TEMPUS. В октябре 2009 г. Комиссия Европейского Союза утвердила результаты конкурса заявок на проекты по программе TEMPUS. В числе победителей конкурса оказался проект «Подготовка магистров по технологиям управления водными ресурсами». Исполнителями проекта были пять европейских организаций и одиннадцать российских, в том числе МГТУ им. Н.Э. Баумана. Координатор российских участников – заведующий кафедрой «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор Г.П. Павлихин. Целями проекта, который проходил в 2010-2012 гг., были:

[47] **Ванаев В.С., Козьяков А.Ф.** История кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н. Э. Баумана в период с 2009 года. Павлихин Геннадий Петрович // Безопасность жизнедеятельности № 7. – М., Изд-во «Новые технологии», «Безопасность жизнедеятельности», 2010. – С. 45 – 49. Библиогр.: с. 49 (2 назв.).

– анализ состояния подготовки магистров по технологиям управления водными ресурсами в вузах–участниках проекта и других российских университетах;

– разработка общего учебного плана подготовки магистров по указанному направлению с учетом, как национальных особенностей использования водных ресурсов, так и особенностей подготовки магистров в странах-участницах данного проекта.

Для реализации этих целей предусматривались следующие мероприятия:

– проведение методических семинаров для студентов и преподавателей,

– приобретение научно-лабораторного оборудования для организации лабораторных работ для магистрантов и проведение с их участием научно-исследовательских работ,

– расширение базы данных по технологиям и методам очистки воды,

– совместное написание основными исполнителями проекта и издание нескольких учебных пособий и т.п.

От кафедры «Экология и промышленная безопасность» в этом проекте принимало участие несколько преподавателей, а студенты по теме «Инновационные мембранные технологии очистки воды» получили после зарубежной стажировки дипломы магистров.

Второе русло водной тематики на кафедре появилось с приходом на нее в 1997 году профессора Б.С. Ксенофонтова, который является ведущим специалистом не только в российском, но и в мировом масштабе в области флотационной обработки воды. Он развил основы теории флотации как многостадийного процесса, что позволило разработать флотационные эффективные машины и аппараты для очистки сточных вод. Возглавляемая им научная лаборатория по защите водной среды является настоящей кузницей подготовки научных кадров в области водоподготовки и водоочистки. Ежегодно на базе лаборатории готовятся к защите два-три аспиранта. Борис Семенович является автором более 250 работ в своей области и семи монографий. Одна из последних его книг по флотационной обработке воды[48] переведена на английский язык. В английском варианте название книги звучит так – Water Systems Flotation Treatment [49].

С 1 ноября 2012 года заведующим кафедрой «Экология и промышленная безопасность» стал д.т.н., профессор А.А. Александров. С тех пор не прошло еще и года. Но даже за этот короткий срок утекло достаточно много воды. По крайней мере, произошли три заметных водяных события на кафедре.

---

[48] **Ксенофонтов Б.С.** Флотационная обработка воды, отходов и почвы. – М.: Новые технологии, 2010. – 272

[49] http://www.booktopia.com.au/water-systems-flotation-treatment-boris-ksenofontov/prod9783846521359.html;jsessionid=97E2FBB5B799E67B63D6F260B4360164

В конце апреля 2013 года по новому расписанию (обычно проходила осенью) прошла Всероссийская студенческая олимпиада по техносферной безопасности, на которой олимпийцы показали свою безусловную заинтересованность, в том числе и вопросами защиты гидросферы.

16 мая 2013 года в МГТУ им. Н.Э. Баумана под патронажем кафедры состоялась Международная конференция по программе ЮНЕСКО «Международные послы воды». Встреча послов воды, как говорится в программе конференции, происходила в преддверии седьмого Всемирного Водного Форума, проведение которого планируется Всемирным Водным Советом в городе Daegu Gyeongbuk, Южная Корея в 1915 году.

Всемирный Водный Совет (ВВС), англ. The World Water Council (WWC)[50], многосторонняя международная платформа, объединяющая специалистов и международные правительственные и неправительственные организации. ВВС учрежден Международной ассоциацией водных ресурсов при поддержке ООН 14 июня 1996 г. в Марселе. Совет представляет собой «мозговой центр» по всемирной водной политике, нацеленный на укрепление водного движения для улучшения управления водными ресурсами и водоснабжением во всем мире. Всемирный Водный Форум (ВВФ) проводится раз в три года в тесном сотрудничестве с властями принимающей страны. Даты его проведения, как правило, совпадают с Всемирным днем воды – 22 марта. ВВФ является самым крупным международным мероприятием в области воды. Он главным образом служит достижению четырех основных целей:

- повышение значимости роли воды на политической повестке дня,
- содействие углублению дискуссий по решению международных водных проблем в XXI веке,
- формулирование конкретных предложений и обращение всеобщего внимания на их важность,
- создание политических обязательств[51].

Московская водная конференция, прошедшая в МГТУ им. Н.Э. Баумана под девизом «От решения к осуществлению» при поддержке господина Benedito Braga, президента ВВС, явилась одним из рабочих мероприятий между шестым (Марсель, Франция 2012) и седьмым (Дэгу, Корея 2015) ВВФ.

На конференции выступило восемь докладчиков из различных стран, Палестины, Италии, Франции, Бразилии и др. Среди презентантов были две студентки кафедры «Экология и промышленная безопасность», представившие доклады на серьезные, актуальные темы.

В докладе Айтен Байрамовой «Интенсификация флотационной очистки сточных вод с помощью вибрации» описана многостадийная модель флотации, представлена экспериментальная установка и принцип ее рабо-

[50] http://ru.wikipedia.org/wiki/ Всемирный_Водный_Совет

[51] http://www.expoclub.ru/db/exhibition/view/8141/

ты. Аудитория была ознакомлена с экспериментальными исследованиями виброфлотационной очистки сточных вод, а также с полученными результатами.

В презентации доклада Юлии Тюриной «Удаление лития из воды методом обратного осмоса» ставится задача рассмотрения возможности удаления лития из воды на обратноосматической установке и сравнения селективности мембраны по данному иону с другими, схожими по свойствам. Приведены результаты эксперимента и его обработка.

Доклады студенток нашей кафедры вызвали живейший интерес участников конференции, на которой все сообщения и общение происходили исключительно на английском языке. Вот как звучали в оригинале названные презентации.

Ayten Bayramova:

Intensification of the flotation wastewater treatment with the use of vibration excitation the multistage flotation process is described. The scheme of the experimental unit and the work principle are shown. The analysis of investigated processes the experimental results are presented.

Iulia Tyurina:

Lithium removal by reverse osmosis water treatment system. The task was to describe the possibility of lithium removal from wastewater with the use of reverse osmosis unit. The experimental results are presented.

Участие представительниц нашей кафедры на международной конференции было положительно отмечено ректором университета А.А. Александровым, который поздравил их с успешным выступлением.

С 30 сентября по 6 октября 2013 года в МГТУ им. Н.Э. Баумана на базе кафедры «Экология и промышленная безопасность» проводится Пятое Всероссийское совещание заведующих кафедрами по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды. Первое совещание прошло в Зеленограде 1993 году. Все последующие проходили в МГТУ им. Баумана в 2001, 2005, 2009 годах. Автор статьи специально подготовил вышеизложенный текст, чтобы поместить его в материалах совещания сегодняшнего 2013 года.

Заканчивая статью, невольно обращаешь внимание на интересную временну́ю параллель. Более 140 лет тому назад в Программе предметов, преподаваемых в ИМТУ на механическом отделении, стояли рядом две дисциплины, связанные водой: «Насосы и водяные двигатели» и «Водоснабжение и канализация». Сегодня рядом на одном факультете стоят две кафедры: Э-9 и Э-10. На первой, «Экология и промышленная безопасность» изучаются и преподаются дисциплины, связанные с Водоподготовкой и водоочисткой. На второй, «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика», среди прочих дисциплин – Оборудование насосное и

турбины гидравлические[52]. Вот как начиналась, и каким образом продолжается по сей день вода на кафедре.

Если информационную емкость данной статьи о воде на кафедре принять за сосуд клепсидры[53], то последние слова изложения нужно сопроводить фразой более чем тысячелетней давности – наше время истекло. А последняя капля этого древнейшего часового механизма будет представлять собой самый удивительный, уникальный и драгоценный естественный минерал, имя которому ВОДА.

Создание и анализ блок-схемы водного объекта

С.А. Гаврилов
Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова

Автором данной статьи разрабатывается блок-схема водного объекта и производится ее анализ. Представленная блок-схема позволяет представить экосистему водного объекта в виде блоков, что позволяет создать математический алгоритм для каждого. Разрабатываемая блок-схема является первым шагом для построения аналитической модели водоема, которая позволит решить проблемы отслеживания и анализа гидродинамики внутри водоемных процессов и осуществить прогноз дальнейшего развития водоема.

Любая экосистема это – сложный объект, где все компоненты живой и не живой природы тесно связанны друг с другом. Изменение состояния любого из составляющих отражается так же и на связанных с ним звеньях системы.

Лимитирующими факторами в водном объекте в основном являются солнечный свет, биогенные элементы, и продукция одноклеточных – фитопланктона. В данном случае в моделируемом искусственном водном объекте преобладает система с естественными структурами. Система является открытой, на вход которой поступает энергия солнечной радиации, а на выходе продукция высших трофических уровней сообщества. Эта продукция зависит от количества входящей энергии и от эффективности ее использования в пищевой сети сообщества. При этом от данных факторов зависит устойчивость системы и ее выживаемость.

Построение блоков модели требует детального математического описания совокупности происходящих процессов энергообмена между трофическими уровнями и взаимосвязей биотических, абиотических и гидрологических факторов.

---

[52] http://www.bmstu.ru/~e10/old_version/strukture/sertif.htm Сертификационный испытательный центр "Гидромашины, гидропневмооборудование и гидропневмоавтоматика".
[53] http://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%EE%E4%FF%ED%FB%E5_%F7%E0%F1%FB Водяные часы.

Рассмотрим факторы, которые необходимо учитывать при построении блок-схемы и последующем моделировании. Будем считать, что единственным источником энергии и вещества для всех форм жизни в водном объекте служит первичная продукция фитопланктона. Извне поступает только энергия солнечной радиации E. Первичная продукция в этом случае лимитируется освещенностью и концентрацией биогенных элементов. Рассмотрим отдельные зависимости [1].

Факторами, влияющими на фитопланктон, являются: энергия солнечной радиации и биогенные элементы (азот и кислород). От этих факторов зависит интенсивность процессов фотосинтеза, что влияет на продуктивность фитопланктона.

Блок «потери энергии»: в любой экосистеме поток веществ и энергии проходит через трофический граф и подчиняется общим законам. Предполагаем, что изъятие биомассы жертв производится хищниками пропорционально их биомассам. Также к потерям энергии можно отнести затраты энергии на дыхание и движение. Интенсивность дыхания водных организмов неодинакова у представителей разных трофических уровней, меняется с возрастом и зависит от параметров окружающей среды [3].

Жизнедеятельность бактерий. Из экспериментальных исследований следует, что бактериопланктон играет важную роль в биологических процессах океана, участвуя в формировании пищевых ресурсов и обеспечивая замкнутость трофического графа за счет потребления мертвого вещества. В агрегированном состоянии бактерии входят в пищевой рацион крупных копепод и хищного зоопланктона. Даже животные-хвататели и личинки рыб могут употреблять агрегированный бактериопланктон, используя его как источник дополнительного питания. Так как не менее 30 % массы бактериотанктона находится в естественных агрегатах размером 3-5 мкм, то становится очевидной большая роль бактерий в образовании трофической структуры экосистем.

Бактерии, занимая особое положение в трофической пирамиде, отличаются изменчивым обменом, сильно понижающимся при недостатке пищи, что сопровождается соответствующим снижением скорости их роста. Пищей для бактерий в основном служит детрит и растворенное органическое вещество, выделяемое фитопланктоном.

Зоопланктон. Одним из основных промежуточных между фитопланктоном и нектоном звеньев трофической пирамиды рассматриваемых экосистем является зоопланктон, который, с одной стороны, потребляет фито- и бактериопланктон, с другой – служит пищей многим промысловым животным. Поэтому зоопланктон представляет собой объект многочисленных исследований.

Биогенные элементы. Биогенные элементы – P, N, и др. – играют существенную роль в процессе фотосинтеза фитопланктона и тем самым являются одним из звеньев экосистем океана, регулирующих в них поток

энергии. Концентрации биогенов в воде колеблются в зависимости от района и глубины.

Нектон. Будем считать, что вводимый нами компонент нектон буквально означает совокупность водных обитателей, отличающихся крупными размерами, способных к активному самостоятельному передвижению независимо от течений и имеющих промысловое значение. При этом будем пренебрегать планктонной стадией развития нектона, считая такой подход в глобальном масштабе незначительным. Нектонные организмы могут потреблять растительную и животную пищу, среди них имеет место каннибализм. Они могут совершать вертикальные и горизонтальные миграции [2].

С учетом описанных выше факторов и взаимосвязей получаем блок-схему, представленную на рис. 1. Стрелками обозначены потоки энергии и вещества.

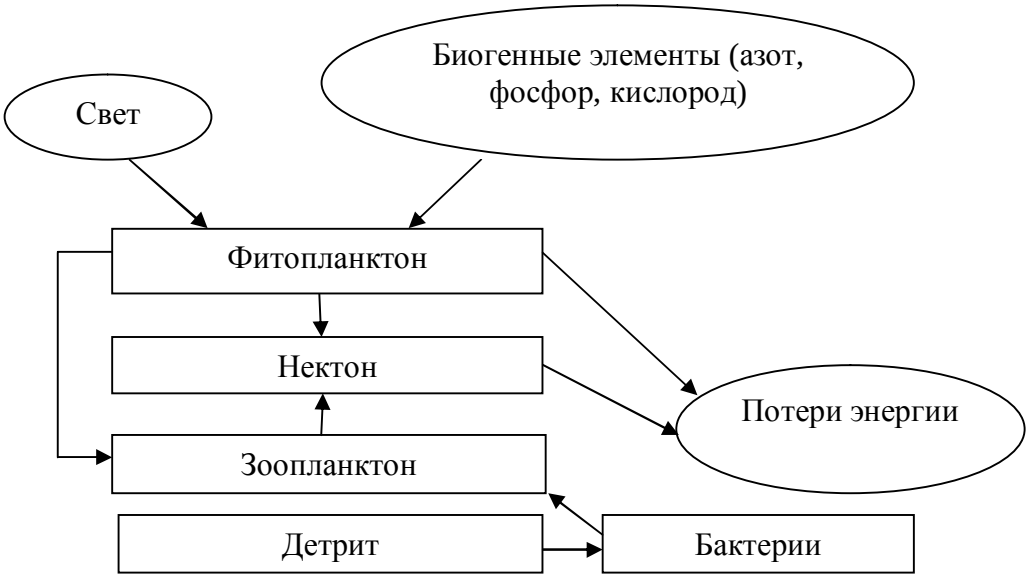


Рис. 1. Блок-схема потоков энергии и вещества в водном объекте

В схеме не учитывается процесс переноса веществ, диффузия и турбулентность в связи с тем, что в искусственных водоемах этими процессами можно пренебречь в связи с их не значительным влиянием на процессы, происходящие в системе.

Биологические показатели – как основа выявления степени опасности водоемов*

Б.М. Насибулина, А.Н. Бармин
Астраханский государственный университет

В статье представлены данные наблюдений за состоянием структурных характеристик донных сообществ водоемов дельты р. Волги. В процессе исследования выявлено, что специфические изменения в сообществах наблюдаются лишь при отдельных антропогенных процессах. Для антропогенного эвтрофирования характерны рост доли первичноводных форм, средней массы собирателей детрита, упрощение трофической и этологической структур при увеличении доли соответственно детритофагов и червеобразно двигающихся форм. При токсических нагрузках отмечается резкое сокращение видового разнообразия, рост доли хищных форм по типу питания и уменьшение средней массы особей в сообществах.

Практика последних десятилетий со всей очевидностью показала необходимость подчинения хозяйственной деятельности общества вопросам охраны природной среды, бережного отношения к природным комплексам, рационального использования природных ресурсов. Кризисные экологические явления в бассейне Нижней Волги подчеркнули остроту проблем. Особую значимость приобретает проблема загрязнения внутренних водоемов.

Среди критериев, позволяющих оценить степень и характер загрязнения водной среды, наиболее представительным и объективным является состояние водных экосистем. Специфичность водной экосистемы обусловлена как внутриводоемными процессами, так и процессами, протекающими на площади водосбора. При загрязнении водоемов происходит интенсификация процессов самоочищения, вызванная непрерывным поступлением извне загрязнителя, что приводит к замене исходных биоценозов новыми, более приспособленными к утилизации поступающего вещества. Экспериментальные исследования показали, что буферность богатых жизнью водных экосистем достаточно велика. Водоемы справляются с большим количеством загрязнений, но биота их при этом претерпевает коренную перестройку. Особенно резко это проявилось в перестройке сообществ на зарегулированных участках рек, на участках с замедленным течением.

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 195-199.

Биологическое равновесие водных экосистем поддерживается многочисленными подвижными связями организмов между собой и с окружающей неживой материей. При антропогенном воздействии это равновесие нарушается, что отражается на видовом и количественном составе биоценозов [1]. В связи с этим возникла необходимость защиты природных водоисточников от дальнейшего загрязнения антропогенными стоками. Благодаря особенностям экологии донные животные и их сообщества могут служить хорошими показателями происходящих изменений внешней среды, в том числе и антропогенного характера. Донные организмы, как правило, находятся в неблагоприятных условиях, вследствие аккумуляции токсических загрязняющих веществ в придонном слое воды и донных отложениях. В силу ограниченной лабильности зообентоса и относительной устойчивости донных биоценозов во временном аспекте они отражают загрязнение в течение относительно длительного периода и интегральные условия, как в воде, так и в грунте [1].

На биоценотическом уровне индикация загрязнения основывается, прежде всего, на анализе структур сообществ [5]. Структурированность сообществ донных животных или их неоднородность проявляется во многих аспектах, в частности, в наличии группировок гидробионтов, различающихся по морфофизиологическим особенностям питания, движения, способами укрытия от хищников и приуроченность к тому или иному субстрату [2,3,5]. При наличии мощных антропогенных факторов динамика сообществ адаптивно подчиняется их влиянию [4]. Биологическая продуктивность водоема в значительной мере определяется особенностями гидрохимического режима и, в первую очередь, содержанием биогенных веществ. Эвтрофирование водных объектов обусловлена, прежде всего, избыточным поступлением биогенов, особенно фосфора и азота, создающим основные условия для быстрого роста биологической продуктивности водоема, когда и другие благоприятные условия для этого процесса также имеют место.

Исследования за биогенным режимом в водотоках Главного, Гандуринского, Кировского, Белинского банков показывают превалирование форм азота и фосфора, проявляющиеся в некотором усложнении видовой структуры и сообществ. В этих водотоках прослеживается относительно высокое видовое разнообразие зообентоса, но ведущими являются представители олигохет и моллюсков, а также наблюдаются повышенные величины индексов разнообразия (H), выравненности (e) и видового обилия (d) (табл. 1).

Бентосным беспозвоночным присущ широкий спектр состава пищи. При распределении видов по трофическим группам нужно иметь в виду, что установление их статуса в какой-то степени условно, так как в зависимости от изменчивости различных факторов один и тот же вид в разных условиях может относиться к различным экологическим группам. Трофическая структура донных сообществ в водотоках Кировского, Гандурин-

ского, Главного и Белинского банков представлена преимущественно детритофагами (олигохеты, моллюски, ракообразные и хирономиды), высокая биомасса и численность – за счет, соответственно, собирателей детрита, фильтраторов (Lithoglyphus naticoides, Dreissena polymorpha, Unio pictorum), глотателей грунта (Tubificidae) и минимальным количеством хищных видов по типу питания. Вероятно, что с возрастанием этих группировок в водотоках, усиливается детритный путь утилизации органических веществ. В р. Ахтубе доминирующими видами являются представители глотателей грунта из числа тубифицид. Преобладание детритофагов свидетельствует о эвтрофировании водоемов. В целом можно предполагать, что повышение биогенной нагрузки не приводит к катастрофически быстрой деградации экосистем.

Таблица 1.

Основные характеристики структурной организации бентосных сообществ водотоков дельты р. Волги

Показатели	Главный банк	Гандуринский банк	Кировский банк	Белинский банк	р. Бузан	р. Ахтуба
Разнообразие (H), бит	1,86	2,03	2,11	1,80	1,65	1,61
Выравненность (e)	1,20	0,99	0,75	0,72	0,43	0,65
Видовое богатство (d)	0,44	0,54	0,59	0,43	0,23	0,29
Ведущие трофические группы	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Собиратели детрита – грунтозаглатыватели	Хищники/ Собиратели детрита – грунтозаглатывате-ли	Хищники	Грунтозаглатыватели
Ведущие этологические группы	Ползающие – червообразно-двигающиеся	Ползающие-червообразно-двигающееся	Ползающие-червообразно-двигающиеся	Ползающие-червообразно двигающиееся	Ходящие – ползающие-червообразно двигающиеся	Червообразно Двигающиеся
Ведущие таксономические группы	Ol –Ch-Mol	Ol –Mol–Ch	Ol-Mol-Ch	Ol –Ch-Aph	Ch– Mol –Aph	Ol-Ch

Заметно выделяется р. Бузан по содержанию в донных отложениях высоких концентраций отдельных тяжелых металлов (цинк, медь, свинец и марганец), количество которых выше кларковых значений. Учитывая вы-

сокие концентрации тяжелых металлов, можно предположить о наличии токсической нагрузки. В условиях токсификации структура экосистемы упрощается, возрастает роль организмов с коротким жизненным циклом, по типу питания являющимся в большей степени хищными формами. Доминирование хищных форм можно связать с морфолого-анатомическими и экологическими особенностями: это наличие толстого слоя кутикулы, хитинового покрова и периодической линьки, позволяющей частично избавляться от токсикантов, а также отсутствие наружных жабр. Преобладание хищных видов также обеспечиваются благодаря широкому спектру их питания: при недостатке животной пищи они способны потреблять пищу растительного происхождения, разлагающийся детрит или переходить к каннибализму и голоданию в течение длительного времени. В р. Бузан, где отмечается спад видового разнообразия и значений индексов (H, e, d), основу биомассы формируют хищные формы по типу питания, из числа хирономид виды рода procladius, chironomus, также отмечаются представители водяных жуков.

Незначительный процент приходится на долю собирателей детрита: Lithoglyphus naticoides, Bithinia tentaculata, Valvata piscinalis и фильтраторов: представители семейства гаммарид и корофиид N. (P) robustoides, D. haemobaphes, D. caspius, C. curvispinum, Dreissena polymorpha, Unio pictorum. Минимальный процент определен для грунтозаглатывателей.

В зависимости от типа водного объекта, биотопа, характера субстрата, развития растительности, скорости течения, конкуренции за ресурсы, влияния хищников и других факторов формируется население, характеризующееся определенным образом жизни и способом передвижения.

Примечание Ol – олигохеты, Ch – хирономиды, Mol – моллюски, Aph – амфиподы

На основе анализа этологической структуры донных сообществ дельты р. Волги, выявили, что для всех видов антропогенных процессов характерно существенное сокращение числа этологических группировок, а также доминирование одной или двух этологических группировок. В водотоках Кировского, Белинского, Гандуринского и Главного банков в сообществах зообентоса господствующей, по биомассе является группировка ползающих животных, представленная преимущественно моллюсками. По количеству преобладают червеобразно двигающиеся формы, зарегистрированные в больших количествах, которые более устойчивы к тем или иным антропогенным нагрузкам и наиболее приспособлены по образу жизни к неблагоприятным условиям среды. В реке Ахтуба по количеству превалирует одна группа – червеобразно двигающиеся формы, что типично для водоемов с высокой биогенной нагрузкой.

В реке Бузан в основном преобладают ходящие - ползающие, роющие, закапывающиеся, представленные преимущественно личинками хирономид, стрекоз обнаруженные в массовом количестве и формирующие основу биомассы.

Размерные характеристики особей являются ключевыми, отражающими как влияние комплекса факторов внешней среды, так и структурно - функциональную организацию биологических элементов экосистемы [2]. Исходя из известных теорий k- и r- стратегий жизненного цикла и отбора, мелкие виды, чаще всего с малым периодом генерации, отличаются от крупных видов приспособляемостью и пластичностью к изменяющимся условиям среды [3]. В зависимости от загрязнения наблюдается распределение средних значений массы особей в дельте р. Волги. На участках Кировского, Белинского, Гандуринского банков биомассу зообентоса создают крупные формы моллюсков (Dreissena polymorpha, Unio pictorum), что характерно процессам эвтрофирования. В р. Бузан отмечены низкие показатели биомассы, созданные мелкими формами личинок насекомых, что характерно для водоемов, претерпевающих токсическую нагрузку.

Пространственная изменчивость количественного развития зообентоса обусловлена характером грунта, распределением кормовой базы и спецификой жизненного цикла организмов, преобладающих в этих водоемах. Одним из ведущих факторов является специфика антропогенного воздействия. Исходя из анализа полученных данных, можно отметить, что в водотоках Главного, Кировского, Гандуринского и Белинского банков высокую агрегированность имеют представители олигохет (Tubifex tubifex– 241,1, Limnodrilus hoffmeisteri -199,8, моллюсков (Lithogliphus naticoides-118,5, Dreissena polymorpha-101,3), в р. Бузан личинки хирономид (Criptochironomus gr. Defectus-188,8, Procladius gr.choreus – 108,9), стрекоз (Ischnura pumilio – 79,1. I. Elegans– 73,2).

Анализ структур донных организмов дельты р. Волги позволил выявить специфические изменения в сообществах вызванные отдельными антропогенными процессами.

При антропогенной эвтрофикации организмы адаптивно реагируют ростом доли детритофагов, упрощением трофической структуры при увеличении доли глотателей грунта, собирателей грунта и снижении хищных форм, также прослеживается рост общей численности при увеличении по этологии червеобразно двигающихся особей и биомассы за счет крупных и средних ползающих форм моллюсков.

При токсическом загрязнении отмечается резкое сокращение видового разнообразия сообществ зообентоса, упрощение трофической структуры при увеличении доли хищных видов, уменьшение особей при возрастании мелких форм личинок хирономид, упрощение этологической структуры выражается снижением чувствительных нектобентических форм, прослеживается рост соотношения массы хищников к массе «мирных» беспозвоночных. В целом, можно отметить, что антропогенные процессы вызывают неблагоприятные изменения структурных характеристик сообществ. По данным характеристикам зообентоса возможна типизация водоемов.

Литература

1. Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Труды международного симпозиума. –Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – С. 18-40.

2. Алимов А.Ф. Закономерности изменений структурных и функциональных характеристик сообществ гидробионтов / А.Ф. Алимов // Гидробиологический журнал. – 1995. – т. 31. –№ 5. – С. 3 -11.

3. Бигон М. Экология, особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – М.: Мир, 1989.

4. Зимбалевская Л.Н, Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ /Л.Н. Зимбалевская, Ю.В. плигин, Л.А. Хороших и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 204 с.

5. Насибулина Б.М. Оценка влияния антропогенных факторов на экологическую структуру зообентоса водоемов дельты Волги //Экологические экосистемы и приборы. – 2006. – № 1. – С. 13-17.

Методика оценки и прогноза эколого-геохимического состояния поверхностных вод (на примере реки Москвы)

Т.И. Баранова, Е.А. Полищук
Московский государственный машиностроительный университет
Политехнический институт им. В.С. Черномырдина

Разработанная комплексная методика эколого-геохимической оценки и прогноза экологического состояния в поверхностных водах позволяет определить распределения загрязняющих элементов, и выявить экогеохимические аномалии и их генезис.

Основы и специфика экологического прогнозирования

Экологическое прогнозирование можно рассматривать как «функцию» экологии, или – как составляющую экологического мониторинга, а еще – как раздел прогностики (науки о закономерностях разработки прогнозов). Поэтому одни понятия экологического прогнозирования являются экологическими, другие имеют непосредственное отношение к мониторингу, третьи обладают общенаучной значимостью.

В литературе наблюдается значительное разноголосье в толковании и использовании некоторых прогностических терминов. Более того, понятие «детальность формулировки прогноза», например, вообще отсутствует как в сборнике рекомендуемых терминов по прогностике, (Прогностика. Терминология, 1978), так и в основных руководствах по прогнозированию (Тейл, 1971; Лисичкин, 1972; Саркисян, Голованов, 1975; Саркисян и др.,

1977; Рабочая книга.., 1982; Кашьяр, Рао, 1983; Горелова, Мельникова, 1986 и др.). Между тем, оно является одним из основных понятий прогностики вообще, и экологического прогнозирования в частности. Поэтому предварительно имеет смысл привести ряд основных понятий и определений экологического прогнозирования, необходимых для дальнейшего изложения.

Терминология и определения

Термин «*прогноз*» – греческого происхождения. Это слово означает суждение о состоянии какого-либо объекта или явления в будущем [1].

Под *экологическим прогнозированием* понимается предсказание состояния такой системы, среди существенных элементов которой фигурирует хотя бы одна биотическая компонента экосистемы (популяция, сообщество и пр.). Инструментом экологического прогнозирования является *экологический предиктор* – модель (не обязательно математическая), служащая для формирования экологического прогноза [2].

Отдельный экологический предиктор, построенный модельером (под *модельером* здесь понимается человек, коллектив, организация, разрабатывающие модель, или программа, синтезирующая модель, и пр.), называется *предиктором-индивидуумом* (Брусиловский, 1987).

Промежуток времени, на который разрабатывается прогноз, называется *периодом (временем) упреждения прогноза*. Наряду со временем упреждения и детальностью формулировки другой важнейшей характеристикой любого прогноза является его надежность (точность, достоверность). Под *надежностью прогноза* можно понимать некоторую разумную меру отличия предсказанных состояний экосистемы от реализовавшихся в действительности. Здесь же уместно отметить, что общепризнанного определения надежности экологического прогноза нет и, не может быть в принципе, в силу необозримого многообразия экосистем, целей и методов прогнозирования. Тем не менее, можно утверждать, что с ростом времени упреждения при прочих равных условиях надежность прогнозов падает.

Оценивание надежности прогнозов называется *верификацией* [3]. Методика верификации во многом определяется основными характеристиками прогноза. Унифицированной методики верификации экологических прогнозов не существует по тем же причинам. Поэтому для каждого случая предсказания, для каждой системы необходимо описывать порядок верификации прогнозов.

Система экологического прогнозирования

Такие системы предназначены для формирования по всей доступной информации максимально надежных экологических прогнозов; они включают в себя методы прогнозирования и средства их реализации. Систему экологического прогнозирования можно рассматривать как подсистему экологического мониторинга [4].

В системе экологического прогнозирования должен осуществляться синтез лучших достижений экологии, прогностики и информатики. В будущем подобные системы, возможно, смогут перерасти в экологические банки знаний и в автоматизированные системы управления рациональным природопользованием, включая в себя соответствующие экспертные системы.

Классификация экологических прогнозов

Зависимости от величины периода упреждения, различают прогнозы *краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и дальнесрочные*. Однако в «количественном определении» последних царит неразбериха – в экономике, метеорологии, сельском хозяйстве (т.е. тех областях знания, в которых проблема надежного прогнозирования становится центральной) приняты свои стандарты «срочности». В экологии характерные времена многих процессов лежат в диапазоне от нескольких часов и суток до нескольких десятков лет. Понятия «срочности» экологических прогнозов относительны и зависят, прежде всего, от свойств изучаемой системы (процесса) и от детальности формулировки прогнозов по оси времени [5].

Проблематика экологического прогнозирования в цитатах ученых

Доктор биологических наук Н.Ф. Реймерс (1990, С. 409): «Прогнозирование экологическое – предсказание возможного поведения систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человечества».

Академик В.Е. Соколов (1979, С. 5): «...Экологическое прогнозирование охватывает сложный комплекс объектов – от природных экосистем до промышленных и сельскохозяйственных. Одними из центральных компонентов прогнозирования являются экосистемы... Одна из целей прогнозирования – сохранение природных ресурсов на высокопродуктивном уровне, который может быть использован в течение неопределенно продолжительного времени».

Доктор биологических наук Ю.З. Кулагин (1980 а. С. 15; 1980 б, С. 36; 1985, с. 10): «...Для экологии прогнозирование стало настолько значимым, что современный этап ее развития характеризуется интенсивным формированием экологического прогнозирования как самостоятельного научного направления. Это связано с резко возросшей актуальностью принятия защитных превентивных мер по отношению к отдельным видам и биоценозам; очевидна и жизненная необходимость экологических прогнозов для перспективных народнохозяйственных планов и проектирования новых технологий по использованию природных ресурсов.

Под экологическим прогнозированием целесообразно понимать создание таких обобщений и методов, которые обеспечивают выработку прогностических оценок по отношению к особям и популяциям видов, о судьбе которых мы беспокоимся. Сугубо практический аспект прогнозирования требует подчеркнуть обязательную заблаговременность и необходимое

дальнодействие прогноза, его тесные связи с проектированием и перспективными планами. От экологического прогнозирования принципиально нельзя требовать предельно точных картин будущего и однозначного предсказания конкретных деталей организации вида, динамики его популяции в еще не реализованных условиях.

Доктор биологических наук Л.Н. Зимбалевская (1980, С. 5): «Если считать экологическое прогнозирование конечным и обязательным результатом исследований системной экологии, то основным его методом должно стать математическое моделирование как формальное упрощение сложных экосистем, как абстрактное отображение реального мира».

Исходя из современного уровня развития теории и методов экологического прогнозирования, необходимо сделать более интенсивным процесс изучения биологических компонентов экосистем и анализировать полученные результаты в комплексе с данными других наук с целью повышения точности и дальнодействия прогноза последствий от современного техногенеза.

Методика эколого-геохимической оценки состояния акватории (на примере реки Москвы)

Методика оценки эколого-геохимического состояния акватории реки Москвы заключается в следующем:

1 этап – постановка геоэкологической задачи:

- определение генезиса элементов – загрязнителей;
- выявление техногенных геохимических участков, аномалий химических элементов или ассоциаций;
- особенности распределения и закономерности данных веществ.

2 этап – изучение и систематизация всей исходной информации по данному объекту исследования:

- отбор проб поверхностных вод и донных отложений – получение первичной геохимической информации;
- обработка и анализ геохимической информации методами аналитической химии, полученной в результате исследований.

3 этап – применение комплекса методов математической статистики для решения поставленной геоэкологической задачи:

- Определение наиболее ценных и информативных химических элементов – загрязнителей, полученных при анализе первичной геохимической информации;
- определение состава и интенсивности техногенных аномалий химических элементов;
- кластерный анализ (выявление зон, подверженных идентичному техногенному воздействию;

• факторный анализ (выявление природных и техногенных участков аномалий химических элементов в поверхностных водах и донных отложениях);

• корреляционный анализ (установление элементов совместно применяющихся в производстве);

• использование программы однократного выборочного контроля для оценки точности погрешностей полученных данных.

Методика прогноза экологического состояния акватории (на примере реки Москвы)

1 этап – определение вида и типа прогноза: изучение объекта исследования (определение площади и района работ, с учетом масштаба);

2 этап – подробное изучение ретроспективных данных об объекте исследования: сбор информации о любых ранее проводимых исследований на данной территории (изучение карт, графиков, диаграмм, сводных таблиц, отчетов и докладов по данной теме);

3 этап – изучение и анализ информации по объекту исследования в настоящее время.

• отбор проб поверхностных, подземных вод и донных отложений – получение первичной геохимической информации;

• обработка и анализ геохимической информации различными методами исследования.

4 этап – применение методов математической статистики для составления прогнозной оценки.

• использование метода интерполяции данных для расчета прогноза экологической ситуации реки Москвы.

• использование программы однократного выборочного контроля для расчета прогноза.

Вывод:

Данная методика эколого-геохимической оценки и прогноза распределения загрязняющих веществ в поверхностных водах речной системы города, базируется на принципе комплекса методов математической статистики и современных компьютерных технологий, позволяет определить антропогенный генезис распределения элементов, и выявить техногенные аномалии распределения элементов в поверхностных водах реки Москвы.

Разработанная комплексная методика эколого-геохимической оценки и прогноза экологического состояния в поверхностных водах позволяет определить распределения загрязняющих элементов, и выявить экогеохимические аномалии и их генезис.

Практическая ценность предложенных методик: оценки и прогноза за состоянием акватории реки Москвы, состоит в том, что подобранный комплекс методов применим для проведения аналогичных геоэкологических

исследований с целью установления степени и источников техногенного и антропогенного воздействия на данные системы.

Литература

1. Лихачева Э.А., Смирнова Е.Б. Экологические проблемы Москвы за 150 лет. – М., 1994. – 250 с.

2. Лущихин Н.Н. Гидрографическая сеть. // Природа города Москвы и Подмосковья. – М., 1947. – С. 60-109.

3. Мешков В.М. Москва вековечная (библиографическая энциклопедия). – М.: «Книжная палата», 1997. – 672 с.

4. Москва: Энциклопедия/Гл. ред. С.О.Шмидт. Сост.: М.И.Андреев, В.М. Карев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. – 976 с.

5. Мячкова Н.А. Поверхностные воды. // Москва: Энциклопедия. – М.: БРЭ, 1997. – С. 14.

Экологическая роль и биоресурсное значение русловых ям на Иртыше

А.Д. Мочек
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

Известно, что русловые ямы на крупных водотоках являются местом зимовки многих рыб. В этой связи глубоководные участи рек представляют собой объекты специального внимания с экологических и производственных позиций. Материалы наших исследований в последние годы стали основанием для более широкого толкования экологической роли и практического значения таких водных объектов.

В результате гидроакустического обследования крупнейшей на Иртыше Горнослинкинской русловой ямы – нижнее течение р. Иртыш (Уватский р-н, Тюменской обл.), автором было показано, что рыбы размещаются здесь не только зимой. В летне-осенний период на акватории ямы наблюдаются огромные концентрации молоди рыб.

Скопления рыб на Горнослинкинской яме, несмотря на суточные и сезонные колебания численности, изменения размерного и видового состава, смену стереотипов пространственного размещения существуют круглогодично, причем их плотности постоянно превышают соответствующие величины на других участках Иртыша. Установлено, что на акватории Горнослинкинской ямы не только зимуют крупноразмерные рыбы, но здесь же происходит рост и развитие молоди, через эту акваторию осуществляются миграции и кочевки производителей.

Таким образом, русловые ямы, в экологическом аспекте, следует рассматривать, как важнейшие полифункциональные биотопы. Наряду с пойменными акваториями, подлежащими особой охране, на русловых ямах происходит размножение и нагул взрослых особей, развитие молоди, зимовка производителей. Вместе с тем, размеры пойменных систем во много раз превосходят акваторию русловых ям. Очевидно, что уязвимость русловых ям к негативному антропогенному воздействию значительна, а их «удельная ценность» в этом отношении весьма высока. Достаточно локального нарушения среды или хищнического облова такой акватории – ощутимые потери ресурсной базы бассейна неминуемы. Следовательно, с позиций сохранения и рационального использования водных биоресурсов, русловые ямы принадлежат к особо важным – ключевым биотопам.

Значение русла реки в жизни рыб также весьма существенно, но экологическая роль этой части водной экосистемы иная. По стрежню преимущественно проходят миграционные пути рыб, а постоянные места их обитания расположены, главным образом, в прибрежном мелководье.

Биологическое различие отдельных участков речного бассейна в жизни рыб широко известно. Это универсальное свойство экосистем крупных равнинных рек мы предлагаем обозначить термином *«биотопическая дифференциация»*.

Известно, что размеры, физико-химические характеристики и биологическое значение различных участков речного бассейна существенным образом меняется в связи с сезонностью, природными явлениями и техногенным воздействием. Это универсальное свойство экосистем больших рек можно обозначить термином – *«биотопическая пульсация»*.

Очевидные проявления биотопических пульсаций наблюдаются во всех климатических зонах. Под влиянием таяния льда и снега в заполярье и умеренной зоне, либо в связи с наступлением сезона дождей в тропиках и субтропиках, происходит активизация и диверсификация биологических потребностей гидробионтов, расширение их жизненного пространства. Напротив, с наступлением меженного периода – зимой или в сухой сезон, активные гидробионты, в частности рыбы, концентрируются на ограниченных акваториях, где можно пережить жесткие климатические воздействия. Соответственно спектр и уровень активности водных животных в это время значительно сужаются.

Важной адаптацией рыб к рассматриваемым особенностям речных экосистем – биотопической дифференциации и пульсации – является т.н. номадность: кочевки и миграции. Номадность животных имеет сложную биологическую природу, включает дальние миграции и локальные кочевки. Миграции рыб проявляются вследствие сезонности, а кочевки под влиянием, в основном, суточной ритмики или локальных изменений внешних условий. Причем, если миграции осуществляются продольно потоку воды, то кочевки имеют, преимущественно, поперечную либо вертикаль-

ную направленность. Концентрации рыб на русловых ямах формируются как в результате локальных кочевок, так и дальних миграций.

В современных условиях, рационализация управлением водными биоресурсами Западной Сибири должна предусматривать сосредоточение ограниченных возможностей исследовательских и рыбоохранных организаций на популяциях ресурсных и редких рыб, их ключевых местообитаниях в важнейшие периоды жизненного цикла. Таким образом, очевидна необходимость формирования специальной *«точечной стратегии»* сохранения водных биоресурсов региона.

Следует подчеркнуть, что акцент в изучении и охране определенных видов рыб лишь на ключевых стациях, т.е. реализация точечной стратегии, является чрезвычайной мерой, актуальной лишь в современных условиях. Безусловно, что по мере позитивного развития социально-экономической ситуации в России необходима полномасштабная реализация общих, широко известных принципов сохранения биоразнообразия, рационального использования биоресурсов, в том числе и в Западной Сибири.

Повышение эффективности методов удаления запахов при обработке природных вод

Д.С. Пономарев, В.Г. Исаков
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Рассматриваются Ижевский пруд и очистные сооружения города. Проведен анализ источников загрязнения пруда, выявлены причины возникновения запахов в питьевой воде. Разработан ряд рекомендаций по повышению эффективности методов удаления запахов при обработке природных вод.

На сегодняшний день в городе Ижевске проживает более 629000 человек. Основными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения являются Ижевский пруд и Воткинское водохранилище (р. Кама). Ижевский пруд обеспечивает водой около 45 % населения города [1]. Каждые сутки потребность населения в питьевой воде составляет 300000 м^3. Ижевский пруд является самым большим искусственным водохранилищем республики. Он выполняет следующие функции:

– является одним из основных узлов региональной экосистемы;
– составляет основную градостроительную ось Ижевска;
– является хранилищем питьевой воды города;
– формирует рекреационный потенциал;
– является климатообразующим объектом среды;
– имеет рыбохозяйственное значение.

В последние 10 лет в Ижевском пруде наблюдается «цветение» воды из-за неконтролируемого существенного распространения сине-зеленых водорослей. Одной же из основных проблем, связанных с сине-зелеными водорослями, является появление в прудовой (и соответственно, питьевой) воде неприятного запаха. Первые жалобы от населения г. Ижевска на появление запаха в воде, напоминающего запах «дуста», поступили в 2003 году [2]. Условия для распространения сине-зеленых водорослей, создали следующие факторы:

- недостаточный водообмен пруда;
- подпитка пруда водами, богатыми природными органическими соединениями;
- недостаточный водоток придонных слоев пруда;
- скудное видовое разнообразие экосистемы пруда;
- загрязнение пруда вредными веществами.

На сегодняшний день проблема сине-зеленых водорослей и запаха воды Ижевского пруда является не решенной и с каждым годом становится все более и более актуальной. Как следствие из этого является актуальным и вопрос запаха питьевой воды города Ижевска. Одним из перспективных решений стало применение дополнительных технологий очистки воды. На очистных сооружениях «Пруд-Ижевск» были введены в работу методы углевания воды [3]. Активированный уголь дезодорирует воду, абсорбируя на себе все пахучие вещества. Методы углевания воды представляют собой эффективное решение для очистки питьевой воды.

Внедрение процесса углевания предпочтительно тем, что:

- не требуется радикальной реконструкции очистных сооружений;
- есть возможность применения периодически, во время появления запахов;
- гибкая система дозирования позволяет реагировать на изменение количества примесей.

Тем не менее, проблема запаха питьевой воды остается открытой. Исходя из этого, следует рассматривать дальнейшее повышение эффективности существующих на МУП «Ижводоканал» процессов удаления запаха при обработке природных вод.

К существующим методам углевания возможно применить следующие нововведения:

- использование смеси адсорбентов для более полного извлечения органических веществ;
- совместное применение озона и активированного угля.

Кинетика биохимических реакций прямо зависит от температуры воды: например, для одинакового снижения общего органического углерода необходимо приблизительно в два раза увеличить время контакта, если температура снижается с 20 до 8 ºС, хотя фиксированная бактериальная

биомасса остается в среднем почти одинаковой для той и другой температуры [4].

Кроме того, биологическое действие активированного угля значительно усиливается в результате предварительного озонирования, поскольку:

- озон окисляет загрязнения с высокой кинетикой, благодаря чему они больше не адсорбируются на активированном угле, срок жизни которого (до термической регенерации или замены) тоже может значительно возрастать;
- озон, разрывая связи во множестве сложных молекул, превращает трудноокисляемые вещества в биоразлагаемые; в результате эффективность процесса биологического извлечения органических веществ возрастает в сравнении с вариантом без озонирования и, благодаря такой концепции его использования, фильтр становится фильтром с биологически активным углем.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что существующие методы удаления запахов из природных вод могут быть усовершенствованы и доработаны, тем самым будет улучшено качество питьевой воды.

Рассмотренные выше предложения по повышению эффективности методов удаления запахов при обработке природных вод являются основополагающими моментами, имеющими важное значение при протекании процессов очистки воды, и в конечном итоге, для получения качественной питьевой воды. Кроме того, следует учитывать, что для выполнения этих работ требуются бюджетные ассигнования.

Литература

1. Помосова Н.Б., Становских А.А., Ткачук Е.А. Проблемы водоснабжения г. Ижевска в условиях эвтрофированного водоисточника // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 7. – С 22-27.

2. Количественный химический анализ. Производственный отчет / Лаборатория технологического контроля СПВ «Пруд-Ижевск». – Ижевск, 2009. – 48с.

3. Кургузкин М.Г., Измайлова А.Р., Куюмчев О.С. Экореанимация Ижевского пруда // Промышленная и экологическая безопасность. – 2008. № 7. – С. 74-78.

4. Degremont Технический справочник по обработке воды: в 2 томах: пер. с фр. – СПб. : Новый журнал, 2007.

Эколого-экономическое обоснование использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса

А.С. Куликова
Московский государственный горный университет

Аннотация

Пространства под водными объектами начали использоваться как транспортные и коммуникационные соединения в виде тоннелей. Развитие технологии производства горных работ и создания современного проходческого оборудования значительно расширили возможности освоения подземного строительства. В статье рассматривается механизм эколого-экономической оценки выбора вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса.

Ключевые слова: подземное пространство, водный объект, эколого-экономическая оценка.

Стремление к расширению границ своего существования, которое было присуще человеку по мере развития общества, привело к необходимости его перемещения по земной поверхности. На пути его следования встречались такие природные объекты как горы, реки, озера, болота и прочие преграды, которые необходимо было преодолевать. И если изначально преодоление водных объектов могло носить либо сезонный характер, либо приводило к созданию элементарных сооружений, то по мере развития человеческого общества преодоление природных препятствий привело к созданию целого направления индустриализации общества.

В настоящее время водные объекты уже не рассматриваются как непреодолимые препятствия. В каждом конкретном случае требуется лишь изыскать оптимальный вариант решения и реализации.

Пространства под водными объектами начали использоваться как транспортные и коммуникационные соединения в виде тоннелей. Первые тоннели сооружались, как правило, в скальных породах, что позволяло не укреплять внутренние степы. По мере развития технологии производства горных работ и создания для этого проходческого оборудования значительно расширились возможности освоения подземного строительства, в том числе и под водными объектами мегаполисов.

В настоящее время значительно расширился круг сооружений, возводимых под водными объектами мегаполиса, однако существует ряд ограничений, которые оказывают существенное влияние на возможность и целесообразность их возведения. Поэтому вопрос разработки и реализации механизма эколого-экономического обоснования использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса является актуальной научной задачей.

Практика возведения подобных объектов показала различие целей использования сооружений под водой в зависимости от места – в городской или природной среде. В природной среде максимально используется уже имеющееся пространство под заданные цели с минимальными затратами там, где это возможно.

Вновь создаваемые объекты в первую очередь используют свободные от препятствий природные условия и только при невозможности последнего объекты возводятся в осложненных местах. Пример тому – добыча полезных ископаемых, прокладка тоннелей т.д.

В городской среде с изначально лимитированным пространством подземное пространство используется более эффективно. Так в Москве доля ежегодного возведения подземных объектов составляет 8 %, а по подсчетам специалистов для нормального функционирования должна составлять порядка 20-25 % .

Дальнейшая урбанизация среды обитания, совершенствование техники и технологии производства привело к тому, что практически все направления улучшения жизни человека, в первую очередь в городской среде в настоящее время реализуемы. Так, в городской черте Москвы под земной поверхностью, в том числе и под водными объектами, уже построены метрополитен, хранилища и склады, транспортные и пешеходные тоннели, проложены основные инженерные коммуникации, трубопроводы, созданы социально значимые объекты, хранилища отходов, промышленные и оборонные объекты, объекты здравоохранения, экстремального туризма, гаражи, автостоянки и прочее.

Ограничениями при возведении объектов в городской среде, учитывая плотность проживания людей и имеющуюся инфраструктуру, являются, как правило, факторы эколого-экономических последствий. И если в природной среде возможны определенные послабления, то в городской среде требования к вновь создаваемым объектам очень жестки.

Существует достаточно большой научный задел в сфере освоения подземного пространства, в том числе городского. Значительные исследования проведены в области эколого-экономической оценки и регулирования рационального использования подземного пространства. Данным вопросам посвящены труды многих ученых, среди которых: А.С. Астахов, С.Н Власов, Г.Е. Голубев, Б.А. Картозия, Д.С. Конюхов, А.Р. Калинин, Е.В. Петренко, И.В. Петров, С.М. Попов, М.А. Ревазов, М.С. Рудяк, В.А. Умнов, В.А. Харченко, М.А. Ястребинский и др.

Однако вопросам принятия решения по эколого-экономическому обоснованию использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса уделено не достаточно внимания. Для повышения эффективности принимаемых решений по развитию инфраструктурных проектов мегаполиса необходимо выполнять такие работы как:

– всесторонний анализ использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса;

– разработка типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса;

– исследование влияния факторов, влияющих на эффективность типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами в городской среде;

– разработка экономико-математической модели оценки вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса;

– формирование эколого-экономического механизма оценки и выбора вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса;

– апробация результатов исследования на конкретном объекте мегаполиса

В результате проведенного анализа установлено, что на эффективность использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса существенное влияние оказывают такие составляющие процесса развития инфраструктуры урбанизированных территорий, как производственно-технологические, территориальные, экологические, экономические (рис. 1).

Для поиска рациональных вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса разработан новый методический подход, базирующийся, с одной стороны, на выявлении типов возможного влияния процесса освоения подземного пространства в этих условиях на водный объект и урбанизированные территории, а с другой – на установлении состава и значимости факторов, оказывающих количественное влияние на эффективность их создания.

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее значимыми признаками, характеризующими отличительные особенности типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами, являются:

«а» – характер воздействия на водный объект в период строительства;

«б» – характер воздействия водного объекта на город (табл. 1).

В соответствии с выбранным признаком «а» воздействия на водный объект в период строительства может быть рассмотрено три случая:

«а1» – без воздействия на водный объект при создании объекта под ним;

«а2» – временное отведение русла;

«а3» – временное осушение водного объекта на период строительства.

Рассматриваемый признак «б» воздействия водного объекта на условия города может иметь два случая: «б1» – без воздействия водного объекта на город и «б2» – временное воздействие, оказываемое водным объектом на период строительства.

Таблица 1

Типовые варианты использования подземного пространства под водными объектами

Типовые варианты использования подземного пространства под водными объектами	Признаки, характеризующие формирование типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами				
	«а» воздействие на водный объект в период строительства			«б» воздействие водного объекта на город	
	«а1» без воздействия	«а2» временное отведение русла	«а3» временное осушение дна водного объекта	«б1» без воздействия	«б2» временное на период строительства
A	+			+	
B		+			+
C			+	+	

Рис. 1. Схема взаимосвязи производственно-технологической, территориальной, экологической и экономической составляющих процесса использования пространства под водными объектами города

При наличии множества вариантов использования пространства под водными объектами было выбрано 3 основных типовых.

Вариант А – использование подземного пространства без воздействия на водный объект и городскую среду;

Вариант В – использование подземного пространства оказывает временного влияние на водный объект, который в свою очередь влияет на городскую среду.

Вариант С – использование подземного пространства оказывает влияние на водный объект, без влияние, последнего, на территория города.

Проведенными исследованиями установлено, что на эффективность типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами города оказывают влияние 10 групп факторов. Для установления степени значимости влияния установленных факторов на эффективность каждого из 3-х типовых вариантов использования подземного пространства под водными объектами города применен метод экспертных оценок.

Для использования приняты три группы значений оценок:

1 – отсутствие или очень незначительное влияние;

2 – малая степень влияния;

3 – существенное влияние фактора.

Результаты экспертной оценки влияния факторов на эффективность использования подземного пространства под водными объектами города представлена в таблице 2.

Таблица 2

Факторы, влияющие на эффективность различных типов использования пространства под водными объектами города.

Факторы, влияющие на эффективность различных типов использования пространства под водными объектами	Типы использования подземного пространства под водными объектами		
	A	B	C
Градостроительная ситуация	1	3	1
Инженерно-геологические условия строительства	2	2	-
Рельеф, гидрография, геоморфология	-	3	2
Вентиляция	3	-	-
Инженерные коммуникации	3	3	2
Системы безопасности	3	3	1
Системы автоматического контроля	3	2	2
Воздействие на окружающую среду	1	3	2
Комфортность проживания населения	2	3	2
Экономический	3	3	3
Интегральный показатель оценки	$F_{A=}$ 0,78	$F_{B=}$ 0,93	F_C=0,63

Для интегральной оценки влияния факторов на эффективность использования пространства под водными объектами города разработан показатель F_m:

$$F_m = \frac{\sum_{y=1} \sum_{q=1} f_{yqm}}{\sum_{p} p_p \text{ x } 3}, \quad (1)$$

где F_m – показатель интегральной оценки влияния факторов на эффективность m-го типового варианта использования пространства под водным объектом, доли ед.; f_{yqj} – значения q-го фактора, у-ой группы факторов, m-го типового варианта использования пространства под водным объектом, доли ед.; p – количество факторов входящих в у-е группы факторов.

Представленные типовые варианты использования пространства под водными объектами в условия крупного города и систематизация влияющих на их эффективность факторов приняты в качестве основы для проведения исследований, направленных на выявление зависимостей формирования производственно-эколого-экономических затрат и ущербов, позволяющих повысить обоснованность проведения сравнительных оценок при принятии решений по развитию городской инфраструктуры.

Для каждого типового варианта использования подземного пространства под водными объектами города установлены соответствующие зависимости формирования эколого-экономических затрат.

В качестве критерия оценки вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса принят показатель эколого-экономической эффективности развития мегаполиса. Для оценки вариантов использования подземного пространства под водными объектами города разработана экономико-математическая модель. В качестве целевой функции модели принята максимизация соотношения суммарной величины доходов и эффектов к сумме производственно-экологических затрат и ущербов, формирующихся в этой сфере хозяйственной деятельности мегаполиса.

$$Э_k = \frac{\sum_i \sum_j \left[\left(Ц^1_{ij} - Ц^2_{ijk} \right) Q^1_{ijk} + Ц^2_{ijk} \Delta Q^1_{ijk} \right] + П_k}{\sum_t З^к_{tkm} \frac{1}{(1+e)t} - A_{tkm} + З^{эк}_{tkm} + У_{kmt}} F_m \Rightarrow \max$$

где $Ц^1_{ij}$ – цена на i-й вид услуг (работ) до создания j-го вида объекта, в подземном пространстве под водным объектом, руб./ед.; $Ц^2_{ijk}$ – цена на i-й вид услуг (работ) до после создания j-го вида объекта, при k-м варианте использования подземного пространства под водным объектом, руб./ед.;

Q^1_{ijk} – объем i-го вида услуг (работ) получаемый городом до создания j-го вида объекта, при k-м варианте использования подземного пространства под водным объектом, руб./ед.; ΔQ^1_{ijk} – прирост объема i-го вида услуг (работ) городу в результате создания j-го вида объекта, при k-м варианте использования подземного пространства под водным объектом, руб./ед.; $П_k$ – прирост потенциала городского хозяйства в результате высвобождения его ресурсов при k-м варианте использования подземного пространства под водным объектом для размещения объектов хозяйственной деятельности, руб.; $З^к_{tkm}$ – объем капиталовложений в t-ом году при k-м варианте создания объектов m-го типа использования подземного пространства под водными объектами, руб.; $З^{эк}_{tkm}$ – объем эксплуатационных затрат в t-ом году при k-м варианте создания объектов m-го типа использования подземного пространства под водными объектами, руб.; $А_{tkm}$ – объем амортизационных отчислений на реновацию в t-ом году при k-м варианте создания объектов m-го типа использования подземного пространства под водными объектами, руб.; $У_{kmt}$ – ущербы от ведения хозяйственной деятельности в t-ом году при k-м варианте создания объектов, m-го типа использования подземного пространства под водными объектами, руб.

Ограничениями модели являются:

1. Условия обеспечения потребностей города в оказании услуг (работ) создаваемых на объектах, размещенных в подземном пространстве под водными объектами.

2. Условия достаточности средств для реализации рассматриваемых вариантов использования подземного пространства под водными объектами.

3. Условия предпочтительности использования подземного пространства под водными объектами в развитии инфраструктуры мегаполиса

4. Условия соблюдения экологических нормативов при использовании подземного пространства под водными объектами.

Поскольку исходные условия, принятые в экономико-математической модели, с течением времени могут меняться, то необходимо последовательно производить уточнение и корректирование решений по использованию подземного пространства под водными объектами мегаполиса. На базе экономико-математической модели разработан механизм оценки вариантов использования пространства под водными объектами в мегаполисе. Результаты исследований нашли свое отражение при выборе вариантов строительства участка вновь строящейся автомагистрали в ЮАО г. Москвы и проходящей через территорию заповедника Коломенское, р. Москва и Нагатинского затона.

Таким образом, разработка механизма эколого-экономической оценки и выбора вариантов использования подземного пространства под водными объектами мегаполиса способствует повышению эффективности развития инфраструктурных проектов мегаполиса, направленных на формирование благоприятной среды обитания людей.

Перспективы внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий в г. Бендеры

В.В. Кизима
Бендерский политехнический филиал
Приднестровского государственного университета им. Т.Г Шевченко

Одна из принципиально важных проблем, связанная с выбросом углерода в атмосферу может быть решена на уровне отдельно взятого города. Речь идет о необходимости перехода человечества из эры техносферы к ноосфере, согласно теории В.И. Вернадского, и как один из вариантов – строительство городов нового типа. Речь идет о развитии и внедрении идеи строительства Экополиса!

Одной из оптимальных форм человеческих поселений сегодня считается экополис. Под термином «экополис» обычно понимают городское поселение (город, поселок), при планировании, проектировании и строительстве которого учитывается комплекс экологических потребностей людей, включая создание благоприятных условий для существования многих видов растений и животных в его пределах [Владимиров, 1999].

Н.Ф. Реймерс считал, что экополис должен отвечать трем основным требованиям:

1. Соразмерность архитектурных форм (домов, улиц и др.) росту человека;

2. Пространственное единство водных и озелененных площадей, создающих хотя бы иллюзию вхождения природы в город и расчленяющее его на «субгорода»;

3. Приватизация жилища, включающего элементы природного окружения непосредственно у дома и квартирное озеленение.

Внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий рассматривается студентами выпускных групп специальности «Промышленное и гражданское строительство» на занятиях по дисциплине «Охрана природы при производстве строительно-монтажных работ». Сама идея интересна в том плане, что позволяет рассмотреть этот вопрос применительно к городу Бендеры и подобным небольшим городкам.

На основании результатов исследований, представленных специалистами республиканского Гидрометцентра и ученых Приднестровского государственного университета, через 10 лет температура воздуха в регионе увеличится на 2 градуса, а к концу этого столетия выпадение осадков сократится на 20-30% в летние месяцы и на 10-20% в зимние. В связи с этим необходимо заметить, что аграрный сектор занимает важную стратегическую часть страны и в недалеком будущем ждать высоких урожаев, возможно, не придется. В связи с этим городу, как урбанизированной системе, необходимо решать проблему продовольствия отчасти самостоятельно через воплощение идеи строительства Экополиса. Но как быть с уже имею-

щимися строениями и коммуникациями? Одно из решений – это внедрение аэропонной технологии для создания ферм по выращиванию овощей в черте города. Но, сразу же возникает вопрос, где же взять дополнительные площади? Нет, речь идет не о распашке площадей и территорий нерентабельных предприятий. Существуют площади, которые совершенно не используются – это плоские крыши жилых зданий и сооружений, а также в перспективе строительства из легких конструкций воздушных мостов между зданиями, именно это пространство можно использовать для выращивания овощей. Особенность аэропонной технологии заключается в выращивании растений без грунта в условиях разряженного воздуха, при этом корни находятся, внутри желоба вися в воздухе, а питательные вещества в виде брызг попадают на них, окружая пленкой раствора, которая становится основным источником питания и влаги. В данной технологии необходимо всего лишь 0,1% воды от традиционного полива. Что это дает с точки зрения экономии ресурсов и энергии: экономия энергоресурсов (электричество и топливо), связанных с традиционным возделыванием с/х культур на орошаемых полях; уменьшение выброса углеродсодержащих веществ в атмосферу за счет сокращения транспорта, необходимого для процесса традиционного выращивания и транспортировки продукции; технология не требует для выращивания создания высоких температур. Это в дальнейшем решит не только проблему энергосберегающего плана, сокращения выброса углерода в атмосферу, уменьшение изъятия природных вод, но и позволит открыть новые рабочие места.

В случае дальнейшего развития неблагоприятного прогноза на ближайшее столетие, связанного выше упомянутым изменением климата в регионе, следует обратить внимание на прилегающие поля к городу, которые могут быть использованы под расширение рекреационных зон вокруг Бендер, за счет посадки древесно-кустарниковой растительности характерной для нашей природно-климатической зоны. Это, несомненно, придаст дополнительные возможности для возникновения связей между урбоэкосистемой города и природной экосистемой, что собственно и может быть реальным воплощением создания Экополиса.

В целом же Экополис – это, главным образом, малоэтажный город с обширными «природными каналами», парками, лесопарками, водоемами, создающий, благоприятные экологические условия, как для жизни человека, так и для существования многих видов растений и животных в его пределах. Не следует забывать, что город Бендеры обладает достаточно серьёзным промышленным потенциалом, который при благоприятных условиях экономических и политических, может быть серьезным источником загрязнений атмосферы города. В данном случае представляется решение данной проблемы через усиление автотрофного блока, снабжающего городскую экосистему органическими веществами и кислородом. Одним из вариантов может быть внешнее вертикальное озеленение стен и фасадов. Для этих целей используются вьющиеся растения, в первую очередь, бы-

строрастущие лианы, способные за 5-10 лет полностью покрыть стены 9-этажного здания. Подходят и другие виды лиан – вечнозеленый плющ, плетневые розы, девичий пятилопастной виноград, некоторые фикусы, а также ярусное размещение ящиков с ампельными растениями со свисающимися побегами и вьющимися стеблями (настурция, аспарагус, фуксии и др.). Эти и другие архофитомелиоративные мероприятия, придадут зданиям и сооружениям биопозитивный вид, окажут на человека благоприятное визуально-психологическое воздействие, ибо дадут ощущение близости к природе. При этом достигается и решение проблемы защиты стен от перегрева и осадков. Исследования в европейских странах отмечают улучшение микроклимата внутри помещения, уменьшение шума и загрязнений, снижение затрат на отопление (до 15%).

Перемены в поведении людей по отношению к окружающей их природе – это тоже задача, которую надо решить при создании Экополисов. Само население города должно в своих действиях способствовать улучшению окружающей среды городов. Это относится к широкому кругу вещей – от выбрасывания мусора до участия в выработке и осуществлении природоохранных мероприятий. По существу, робкие, совсем недостаточные еще шаги на пути оздоровления городской среды, предпринимаемые сегодня, – это одновременно и путь к созданию Экополисов.

Литература

1. Калыгин В.Г. Промышленная экология. – Москва, Изд. МНЭПУ, 2000.

2. Передельский Л.В., Приходченко О.Е. Строительная экология. – Ростов-на-Дон: Изд. Феникс, 2003.

3. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990.

4. Материалы заседания круглого стола в ПГУ им. Т.Г. Шевченко «Стратегические подходы к оценке и управлению региональными климатическими рисками», 2011 г.

Анализ результатов Национального отчета Украины по стресс-тестам переоценки экологической безопасности атомной энергетики Украины

В.И. Скалозубов
Институт проблем безопасности АЭС
Национальной академии наук Украины,
Г.А. Оборский, И.Л. Козлов, А.А. Гудима
Одесский национальный политехнический университет

В работе проведен анализ отдельных результатов стресс-тестов Плана мероприятий по дальнейшему повышению безопасности АЭС Украины с учетом уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi. Показана необходимость доработки стресс-тестов в направлении совершенствования стратегий управления тяжелыми авариями.

Международное ядерное сообщество на совещании 4-14 апреля 2011 года по выполнению Конвенции по ядерной безопасности, Совет Европейского союза, европейские регулирующие органы (ENSEG) приняли решение по обязательной переоценке безопасности действующих ядерных реакторов с учетом уроков большой аварии на атомной электрической станции (АЭС) Fukushima-Daiichi [1].

В известном отчете МАГАТЭ [2] были сформулированы предварительные уроки аварии на АЭС Fukushima-Daiichi и выявленные проблемы безопасности, которые в основном относятся к необходимости внедрения достаточных защит и мероприятий от риска всех возможных природных воздействий (в том числе и запроектных), совершенствования методологии и организационно-технических мероприятий по управлению запроектными и тяжелыми авариями с учетом экстремальных природных воздействий, периодической переоценки безопасности с приоритетностью детерминистских методов и др.

В Украине в мае 2011 г. регулирующий орган: Государственная инспекция ядерного регулирования Украины (ГИЯРУ) и эксплуатирующая организация: Государственное предприятие, Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом» (ГП НАЭК «Энергоатом») разработали и приняли План мероприятий по выполнению целевой внеочередной проверки и дальнейшего повышения безопасности АЭС с учетом событий на АЭС Fukushima-Daiichi [3] (далее – План), который в основном направлен на уточнение и дополнение действующей Комплексной (сводной) программы безопасности АЭС Украины (КсПБУ). Одним из базовых краткосрочных мероприятий этого Плана было проведение в 2011 г. стресс-тестов переоценки безопасности, основная цель которых связана с экспресс-оценкой текущего состояния безопасности и обоснованием дополнительных к КсПБУ долгосрочных мероприятий по дальнейшему по-

вышению безопасности АЭС Украины с учетом уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi.

Основные результаты стресс-тестов переоценки безопасности действующих украинских энергоблоков АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР) отражены в Национальном отчете Украины «Результаты стресс-тестов» от 2011 г. и заключаются в следующем:

1) не выявлены дополнительные к проекту дефициты безопасности и комбинации внешних экстремальных воздействий, которые значительно влияют на безопасность;

2) проекты энергоблоков АЭС с ВВЭР, а также реализованный и реализуемый комплекс отраслевых мероприятий по повышению безопасности определяют значительные «запасы» безопасности, в том числе и по отношению к внешним экстремальным воздействиям.

По результатам стресс-тестов определены *дополнительные мероприятия к Комплексной (сводной) программе повышения безопасности* АЭС Украины с учетом уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi:

1) обеспечение работоспособности потребителей системы технической воды, ответственных потребителей при обезвоживании брызгальных бассейнов вследствие воздействия смерча;

2) комплекс мероприятий, направленных на обеспечение длительного (до 72 ч) отвода остаточных тепловыделений от активной зоны реактора и бассейна выдержки (БВ) при полном обесточивании и/или потере конечного поглотителя;

3) разработка руководства по управлению тяжелыми авариями (РУТА) для бассейна выдержки;

4) модернизация контрольно-измерительных приборов с целью обеспечения их работоспособности в условиях тяжелой аварии.

Кроме того, определены дополнительные требования к продлению сроков эксплуатации энергоблоков АЭС Украины:

1) обеспечение стойкости оборудования, трубопроводов, зданий сооружений и конструкций, которые необходимы для выполнения основных функций безопасности к сейсмическому воздействию отклика ускорений на грунте не менее 0,1g (для промплощадки Южно-Украинской АЭС – 0,12g);

2) обеспечение выполнения основных функций безопасности в «жестких» условиях эксплуатации;

3) внедрение на энергоблоках с ВВЭР-1000 вентилирования контаймента;

4) внедрение мероприятий по обеспечению подпитки (расхолаживания) парогенератора и бассейна выдержки в условиях долгосрочного полного обесточивания и/или потери конечного поглотителя тепла;

5) введение РУТА (в реакторе и бассейнах выдержки) и симптомно-ориентированной аварийной инструкции (СОАИ) для остановленного реактора.

Результаты стресс-тестов были согласованы в рамках коллегии ГИЯРУ 24 – 25.11.2011 г., на которой было отмечено [4]:

«Последовательность событий, произошедших на АЭС Fukushima-Daiichi, *практически невозможна* для АЭС Украины. Реализованные в течение 10 - 15 лет мероприятия по повышению безопасности энергоблоков АЭС *в значительной степени снизили* вероятность повреждения активной зоны и выброса радиоактивных веществ. Не обнаружены новые критические внешние природные воздействия или комбинации воздействий дополнительно к рассмотренным при проектировании АЭС и детально проанализированных в рамках обоснования безопасности АЭС».

Результаты стресс-тестов АЭС Украины в 2012 г. в целом были согласованы группой независимых экспертов европейских регуляторов ядерной безопасности (ENSREG), которая отметила ряд проблемных вопросов:

1) неполное соответствие требованиям МАГАТЭ NS-R-1 в части квалификации оборудования, тяжелых аварий, сейсмичности, полноты вероятностного и детерминистского анализа безопасности;

2) работы по анализу тяжелых аварий еще не завершены в Украине. Для этих работ должен быть установлен наивысший приоритет;

3) необходимость усиления работ по национальной программе повышения безопасности.

Специалистами ИПБ АЭС НАНУ в инициативном порядке был проведен независимый анализ результатов стресс-тестов действующих АЭС Украины.

В стресс-тестах рассмотрены вопросы, которые напрямую связаны с событиями на АЭС Fukushima-Daiichi:

– затопление промплощадок при запроектных землетрясениях;

– потеря электроснабжения;

– управление тяжелыми авариями.

Далее приведен анализ только тех результатов стресс-тестов, которые имеют, по нашему мнению, неоднозначный или спорный характер.

Основные ограничения и недостатки результатов стресс-тестов в отношении возможности затоплений промплощадок действующих АЭС Украины при запроектных землетрясениях, на наш взгляд, заключаются в следующем.

1. Влияние землетрясений учитывается только в отношении возможного разрушения дамб/плотин водохранилищ. Непосредственное сейсмическое воздействие на скорость и уровни волн воды в потоках и прудах-охладителях не учитывается. При этом мощность динамического воздействия при запроектных землетрясениях может значительно превышать нивелирные, ветровые и паводковые факторы, на которых основан анализ в стресс-тестах.

2. Используемые в ряде случаев (например, для Хмельницкой и Ровенской АЭС) аргументы «достаточно дальнего расположения водохранилищ от промплощадок» являются недостаточно обоснованными (опять же

по причине игнорирования непосредственного динамического воздействия запроектных землетрясений на скорость и высоту возможных волн затоплений).

3. По этой же причине недостаточно обоснованы в стресс-тестах «запасы» уровня до затопления промплощадок (для Запорожской АЭС – 2,6 м; для Хмельницкой АЭС – 3 м; для Южно-Украинской АЭС – 2,5 м; для Ровенской АЭС – 24 м). Непосредственные сейсмические воздействия на водные объемы могут существенно повлиять на их значения.

4. Для Ровенской АЭС основную опасность представляет вполне реальное затопление насосной станции подпитки системы водоснабжения ответственных потребителей при запроектных землетрясениях, так как насосная станция находится фактически на одном уровне с водным объемом (~ 165 м). В этом случае надежность выполнения функции безопасности по обеспечению водоснабжением систем безопасности (СБ) для охлаждения остановленных реакторов фактически полностью возлагается на системы градирен и брызгальных бассейнов. Поэтому стресс-тестами должна была быть определена необходимость глубокой *квалификации* указанных систем в условиях запроектных землетрясений (в том числе в комплексе с другими внешними экстремальными событиями), а выводы о том, что отказ систем подпитки от насосной станции в полной мере дублируются другими системами представляются преждевременными.

5. Отдельные результаты имеют противоречивый характер. Например, в отношении сухого хранилища отработанного ядерного топлива (СХОЯТ) на промплощадке Запорожской АЭС:

– с одной стороны, определено, что при затоплении возможно забивание илом, водорослями, мусором и т.п. вентиляционных каналов, обеспечивающих необходимое охлаждение отработанного ядерного топлива (ОЯТ) естественной циркуляцией (критические условия для безопасности);

– с другой стороны, указывается, что гидрогеологические условия не предполагают затоплений СХОЯТ, и даже при гипотетическом полном забивании вентиляционных каналов СХОЯТ не наступают критические условия для безопасности.

Один из основных уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi связан с необходимостью контролирования и управления процессами с ОЯТ:

– на начальном развитии тяжелых аварий персонал недостаточно занимался обеспечением безопасности прореакторных бассейнов выдержки ОЯТ на блоке № 4 (основные мероприятия были связаны с энергоблоками № 1 - 3). Поэтому вопросы обеспечения безопасности хранилищ/бассейнов с ОЯТ в процессе развития аварий (в том числе и при затоплениях, вызванных запроектными землетрясениями) требуют самого пристального рассмотрения (моделирования, анализа и разработки противоаварийных процедур).

Таким образом, результаты стресс-тестов в отношении аварий с затоплением промплощадок, вызванными запроектными землетрясениями или другими внешними экстремальными воздействиями, требуют дальнейшего изучения.

Общие для всех промплощадок *проектные решения* по защите энергоблоков от затопления:

1) территория спланирована с уклоном от зданий для отвода дождевых и талых вод к дождевой канализации, а территория промплощадки возле реакторного отделения главных корпусов имеет общий уклон в сторону подводящего канала;

2) предусмотрены автоматические дренажные системы/насосы для береговых насосных станций:

– для приямков помещений резервная дизельная электростанция (РДЭС);

– общеблочная резервная дизельная электростанция (ОРДЭС);

3) система мониторинга возможного переполнения приямков помещений.

Все приведенные проектные решения не обеспечивают предотвращения запроектных затоплений промплощадок (например, для аналогичной ситуации при большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi уровень воды только в машзале турбинного отделения достиг более 1,5 м, что в конечном итоге привело к выходу из строя 12 из 13 дизель-генераторов.

В случае возникновения запроектных внешних затоплений (в том числе по причине запроектных землетрясений) необходимо рассмотрение дополнительных мероприятий.

На основе результатов анализа возможности затопления промплощадок действующих АЭС Украины, вызванных запроектными землетрясениями, в стресс-тестах сделаны заключения о том, что *разработка и реализация дополнительных мероприятий по повышению стойкости энергоблоков к возможным внешним затоплениям* ***не*** *требуется.*

Вместе с тем, на Запорожской АЭС предусмотрена реализация следующих дополнительных мероприятий:

1) разработаны схемы откачки воды при затоплении реакторных и турбинных отделений;

2) планируется поставка дополнительных погружных насосов откачки воды повышенной производительности;

3) определены помещения, подлежащие герметизации для исключения затопления реакторного отделения;

4) выполнены работы по уплотнению помещений «минусовых» отметок реакторного отделения и РДЭС;

5) изготовлены устройства уплотнения клапанов избыточного давления помещений «минусовых» отметок реакторного отделения и разработаны регламенты их применения;

6) разработаны процедуры обесточивания оборудования резервного щита управления (РЩУ) и действий персонала при затоплении реакторного отделения.

Относительно заключений стресс-тестов о нецелесообразности дополнительных мероприятий по повышению стойкости энергоблоков к внешним затоплениям (в том числе вызванных землетрясениями) необходимо отметить следующее.

1. Как было показано выше, технические обоснования «запасов» уровней до затопления всех промплощадок недостаточны, так как не учитывают доминантный вклад непосредственных запроектных сейсмических воздействий на гидродинамику уровней водных объемов. Поэтому выводы стресс-тестов о нецелесообразности дополнительных мероприятий по повышению стойкости энергоблоков к внешним затоплениям при запроектных землетрясениях являются, как минимум, преждевременными. Необходим дополнительный углубленный анализ возможности затоплений при запроектных землетрясениях с учетом специфики каждой промплощадки АЭС.

2. В случае если на основе углубленного анализа подтвердится возможность затопления промплощадки при запроектных землетрясениях, то необходимо разрабатывать и внедрять дополнительные мероприятия, направленные на:

– обеспечение герметичности при затоплениях помещений реакторного и турбинного отделений, РДЭС и других помещений, в которых находятся системы/оборудования, определяющие безопасную эксплуатацию и управление авариями;

– установку дополнительных систем (с приоритетом пассивного принципа действия) для устранения последствий затопления;

– подготовку персонала к управлению процессами и устранению последствий затоплений и др.

3. Для Ровенской АЭС в любом случае актуальным является вопрос квалификации (обосновании работоспособности и надежности) систем брызгальных бассейнов и градирен, обеспечивающих резервное водоснабжение ответственных потребителей.

Основные ограничения и недостатки предложенной в стресс-тестах стратегии управления тяжелыми авариями и радиоактивными выбросами следующие:

1. Проектные СБ аварийной подпитки 1-го и 2-го контуров, а также спринклерная система являются активными системами (т.е. зависят от электроснабжения). Поэтому, в случае возникновения запроектной аварии *с полным обесточиванием*, использование активных СБ для длительного отвода тепла проектом не предусмотрено.

2. Необходимы дополнительные обоснования достаточности и эффективности альтернативной подачи охлаждения от пожарных машин во 2-й контур. В частности, в процессе большой аварии на АЭС Fukushima-

Daiichi эффективность пожарных систем для охлаждения разрушенных активных зон реакторов была недостаточной.

3. В качестве исходного события радиационной аварии рассмотрено начало работы импульсно-предохранительного устройства компенсатора давления (или средняя течь 1-го контура). Необходимы дополнительные обоснования консервативности принятого исходного события радиационных аварий и/или его достаточности для учета всех возможных ситуаций. В частности, исходное событие с межконтурными течами (байпас герметичной оболочки) при отказе «на закрытие после открытия» паросбросного устройства может привести к радиационной аварии даже без стадии тяжелой аварии.

Общий недостаток приведенных в стресс-тестах стратегий управления тяжелой аварией связан с тем, что эти стратегии должны определяться не только целями мероприятий и/или действий персонала по смягчению последствий повреждения ядерного топлива, но также предысторией развития аварийной последовательности и конфигурацией доступных к использованию систем безопасности в момент начала тяжелой аварии.

В направлении совершенствования нормативной базы регулирования безопасности с учетом уроков АЭС Fukushima-Daiichi целесообразно решение следующих задач.

1. Пересмотр нормативных документов, регулирующих сейсмические воздействия, в отношении вероятной периодичности проектных землетрясений и максимального расчетного землетрясения.

Проекты АЭС Украины разрабатывались для проектных землетрясений 5 баллов (1 раз в 100 лет) и максимального проектного землетрясения 6 баллов (1 раз в 10 тыс. лет). Современные геологические исследования и уроки аварии на АЭС Fukushima-Daiichi определили необходимость квалификации строений, систем и оборудования энергоблоков АЭС в Украине на землетрясения с откликами ускорений на грунте, соответствующими землетрясениям более 6 баллов (с оценкой вероятности порядка 1 раз в 5000 лет). На наш взгляд, наиболее эффективное решение этого вопроса должно быть связано с устранением из нормативных документов вероятностных критериев для проектных землетрясений и максимального проектного землетрясения.

2. Необходимо уточнение терминов квалификации оборудования, систем, строений.

Согласно принятой терминологии процедуры квалификации относятся к обоснованию работоспособности/надежности в нормальных условиях эксплуатации и проектных авариях. Уроки Чернобыля и Фукусимы показывают необходимость квалификации и в условиях запроектных аварий [5].

3. Необходимо исключить из нормативных документов вероятностные критерии безопасности.

Литература

1. Громов Г.В., Дыбач А.М., Зеленый О.В., Инюшев В.В. и др. Результаты экспертной оценки стресс-тестов действующих энергоблоков АЭС Украины с учетом уроков аварии на АЭС «Фукусима-1» в Японии // Ядерна та радіаційна безпека. – 2012. – № 1 (53). – С. 3 - 9.

2. IAEA International Fact Finding Expert Mission Of The Fukushima Dai-Ichi NPP Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami: IAEA Mission Report. – IAEA, 2011. – 160 p.

3. Щодо Плану дій з виконання цільової позачергової перевірки та подальшого підвищення безпеки АЕС України з урахуванням подій на Фукусіма-1 /Колегія Держатомрегулювання, – № 2 від 19.05.11 р.

4. Про результати виконання цільової позачергової оцінки стану безпеки діючих енергоблоків АЕС з урахуванням подій на АЕС Фукусіма / Колегія Держатомрегулювання, – № 13 від 24-25.11.11 р.

5. Скалозубов В.И., Ключников А.А., Ващенко В.Н., Яровой С.С. Анализ причин и последствий аварии на АЭС Fukushima как фактор предотвращения тяжелых аварий в корпусных реакторах. – Чернобыль: ИПБ АЭС НАНУ, 2012. – 280 с.

Осуществление экологического аудита в газодобывающей отрасли

П.Е. Шурай, С.Г. Шабалина, С.Ю. Ксандопуло, О.Ю. Секерина
Кубанский государственный технологический университет

В настоящее время во всем мире вопросам экологии уделяется первостепенное значение, так как это затрагивает не только экологические, но и экономические и социальные аспекты. Так, ухудшение состояния окружающей среды приводит к деградации природного мира, разрушению экосистем и возникновению социальных проблем здоровья нации, ухудшению экологического качества жизни; одновременно идут потери и в экономике, поскольку предприятие несет убытки, производя плату за выбросы вредных веществ и нанесенный окружающей природной среде экологический ущерб. Возникновение глобальных экологических проблем, таких как загрязнение атмосферного воздуха, водоемов, почв, истощение природных ресурсов, способно привести к деградации человеческой цивилизации.

Несмотря на несомненную значимость экологических проблем, предприятия продолжают экономить на природоохранной деятельности, не осознавая будущих выгод от инвестирования в этой сфере. Поэтому развитие мировой экономики потребовало усиления экономических и административных санкций за нарушение требований законодательства в области

охраны окружающей среды и экологических стандартов; поэтому экологические показатели становятся все более весомым фактором конкурентной борьбы за сохранение благоприятного качества окружающей среды не только на уровне отдельно взятой страны, но и в разрезе международного единого экологического пространства [1]. И для решения этой задачи применяется экологический аудит [2], который позволяет выявить возможности для снижения экологического риска, выбора природоохранных мероприятий, а также повышения эффективности применения экономических инструментов в природоохранной политике [3].

В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» экологический аудит определяется как независимая комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовки рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологический аудит применяется давно, но только с 70-х годов прошлого века стал действенным методом контроля за производственной практикой и оценкой соответствия стратегии деятельности компаний нормам экологического права с целью снижения уровня риска для окружающей среды и здоровья населения. Настоятельная потребность в экологическом аудите в России обусловлена [4] необходимостью усиления государственного регулирования природоохранной деятельности для действующих объектов, при их приватизации и реструктуризации, при решении вопроса о реконструкции, закрытии и переносе экологически вредных предприятий на другую территорию, а также обоснования решений возможности привлечения зарубежных инвестиций.

Поэтому экологический аудит, как инструмент обеспечения благоприятной окружающей среды, является одним из приоритетных направлений деятельности отдела по экологическом аудиту Министерства природных ресурсов России, направленный на получение не только выводов о возможных негативных воздействиях проводимых процессов на окружающую среду, состоянии экологической безопасности, но и оценивает степень экологического риска.

Квалифицированное использование результатов экоаудита может существенным образом повлиять на уменьшение отрицательного воздействия производства на окружающую среду отдельных промышленных предприятий, территорий и страны в целом [5]: повысится эффективность как использования сырьевых и энергетических ресурсов, так и оценка действующего управления охраной окружающей среды за счет выработки практических рекомендаций по предотвращению локальных экологических проблем и чрезвычайных ситуаций, а в случае их возникновения – своевременному их разрешению с наименьшими потерями.

Особенно актуален экологический аудит в нефтегазовой отрасли промышленности, осуществляющей разведку, добычу и транспортировку

нефти и природного газа, где технология тесно связана с процессами, сопряженными с загрязнением окружающей среды за счет вредных выбросов и отходов [6], которые в случае нарушения требований безопасности могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Для газовой промышленности в результате деятельности в атмосферный воздух и в почву попадают такие вредные вещества как метан, оксиды углерода, оксиды азота, диоксид серы, отработанные трансформаторное, моторное и трансмиссионное масла, а также шлам после их очистки, стабильный конденсат, продукты очистки полости газопровода после его чистки на узле приема-запуска очистных устройств и т.д.

И для любого производства по добыче, переработке, транспортировке и хранению газа приоритетными направлениями в области экологии должно быть обеспечение экономического развития без ущерба для окружающей среды: сохранение природной среды в зоне размещения объектов; рациональное использование природных ресурсов, вовлекаемых в производственный процесс; энерго- и ресурсосбережение в производственной деятельности, а также обеспечение предупредительных мер по экологической безопасности используемых объектов.

В программу экологического аудита включается, как минимум, такие направления как [7]:

– анализ документации о воздействии предприятия на окружающую среду (на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву);

– обследование состояния всех составляющих окружающей среды на всей территории хозяйственной деятельности предприятия;

– установление соответствия технологических процессов экологическим требованиям и определение допустимости их дальнейшей эксплуатации.

Основные принципы проведения экологического аудита, как и всякого аудита, отражены в ГОСТ Р ИСО 19011-2011 [8].

В постановлении Правительства РФ «Об утверждении положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды» указано, что целью экологического аудита является оказание предприятию помощи в определении как экологической политики, так и приоритетов таких предупредительных действий, которые должны способствовать соблюдению законодательно установленных экологических требований и реализации механизма эффективного регулирования природопользования при устойчивом развитии. И проведение экоаудита дает возможность, согласно проекта Федерального закона «Об экологическом аудите, экологической аудиторской деятельности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», рационально финансировать экологическую программу предприятия за счет предупреждения случаев возникновения загрязнения окружающей среды и нера-

ционального природопользования, а также финансовых льгот за вклад в оздоровление окружающей среды, что позволяет наладить нормальные взаимоотношения с природоохранными органами и населением.

В зависимости от целей имеются различные виды экологических аудитов [9], в том числе для:

– *соблюдения стандартов*, которые осуществляются для доказательства соответствия показателей качества окружающей среды данного объекта положениям национальных и международных стандартов с целью определения необходимых мер для приведения экологических характеристик данного предприятия к определенным стандартами качества окружающей среды;

– *ответственности* для определения риска в случае возникновения ущерба, причиненного окружающей среде;

– *экологического страхования*. Он осуществляется при подготовке договоров страхования, разработке планов превентивных мер по снижению экологических рисков, при оценке нанесенного ущерба предприятием при загрязнении окружающей среды, при наступлении страхового случая;

– *экологической сертификации*, проводимой с целью подтверждения соответствия объектов сертификации установленным экологическим требованиям (стандартам, нормативам).

К основным задачам в области экологического аудита в газодобывающей промышленности с учетом международной практики можно отнести [10]:

– создание инструмента реализации основных направлений регулирования природопользования, формирование приоритетов по осуществлению предупредительных мер, направленных на выполнение экологических требований, норм и правил, снижение финансового риска субъектов хозяйственной деятельности за счет снижения затрат на устранение экологических аварий;

– интеграцию деятельности в области окружающей среды с другими сферами деятельности;

– внедрения экологически чистых технологий.

Методика проведения внутреннего экологического аудита (как и других видов аудита) отражена в рекомендациях [8], однако здесь необходимо учитывать специфику технологических процессов газодобывающей промышленности, что должно отразиться на всех его стадиях. Покажем это в качестве примера на разработанном нами чек-листе (таблица 1). Критериями аудита выбраны законодательные и нормативно-правовые требования: ФЗ «Об охране окружающей среды», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об охране атмосферного воздуха», «Об обеспечении единства измерений», Земельный кодекс РФ, Водный кодекс РФ.

Таблица 1

Форма чек-листа для проведения экологического аудита отходов

Вопрос	Ответ
1	2
1. Организован ли производственный экологический контроль на объекте	
2. Имеет ли общественность доступ к информации о состоянии окружающей природной среды на объекте	
3. Как отслеживаются требования по охране окружающей среды, распространяющиеся на объект	
4. Имеется ли на объекте лаборатория, контролирующая соблюдение нормативов ПДС и ПДВ, качество атмосферного воздуха на объекте, в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий	
5. Кем и на каких условиях ведется контроль соблюдения нормативов ПДС и ПДВ, качества атмосферного воздуха, поверхностных природных вод, загрязнения почвы на объекте, в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий	
6. Достаточно ли внимания уделяется сохранению окружающей среды	
7. Имеется ли на объекте программа мероприятий по охране окружающей природной среды	
8. Какие меры принимаются руководством объекта при выявлении фактов нарушения требований природоохранительного и природоресурсного законодательства	
9. Каков процент выброса опасных веществ в атмосферу в результате функционирования предприятия	
10. Ведутся ли на предприятии рабочие документы экологической обстановки предприятия	
11. Проводится ли на территории объекта, в его санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий мониторинг атмосферного воздуха	
12. Доводятся ли результаты мониторинга до руководства объекта и какие меры приняты для снижения загрязнения компонентов окружающей природной среды	
13. Какие изменения окружающей природной среды, связанные с прошлой и настоящей деятельностью объекта, имеют место на территории объекта, в его санитарно-защитной зоне, в зоне защитных мероприятий (нарушения ландшафтов, почвенно-растительного покрова; среды обитания животного мира; загрязнение почвы, атмосферного воздуха)	
14. Выполняются ли требования по охране атмосферного воздуха, указанные в заключении государственной экологической экспертизы	
15. Какие стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух имеются на объекте	
16. Какие виды физического воздействия на атмосферный воздух оказываются в процессе производственной деятельности объекта	
17. Какие загрязняющие вещества поступают от источников	
18. Регулярно ли осуществляется государственная поверка средств измерения и контроля газовых выбросов	

Перед осуществлением экологического аудита нами проанализированы факты, влияющие на его результативность (рис. 1).

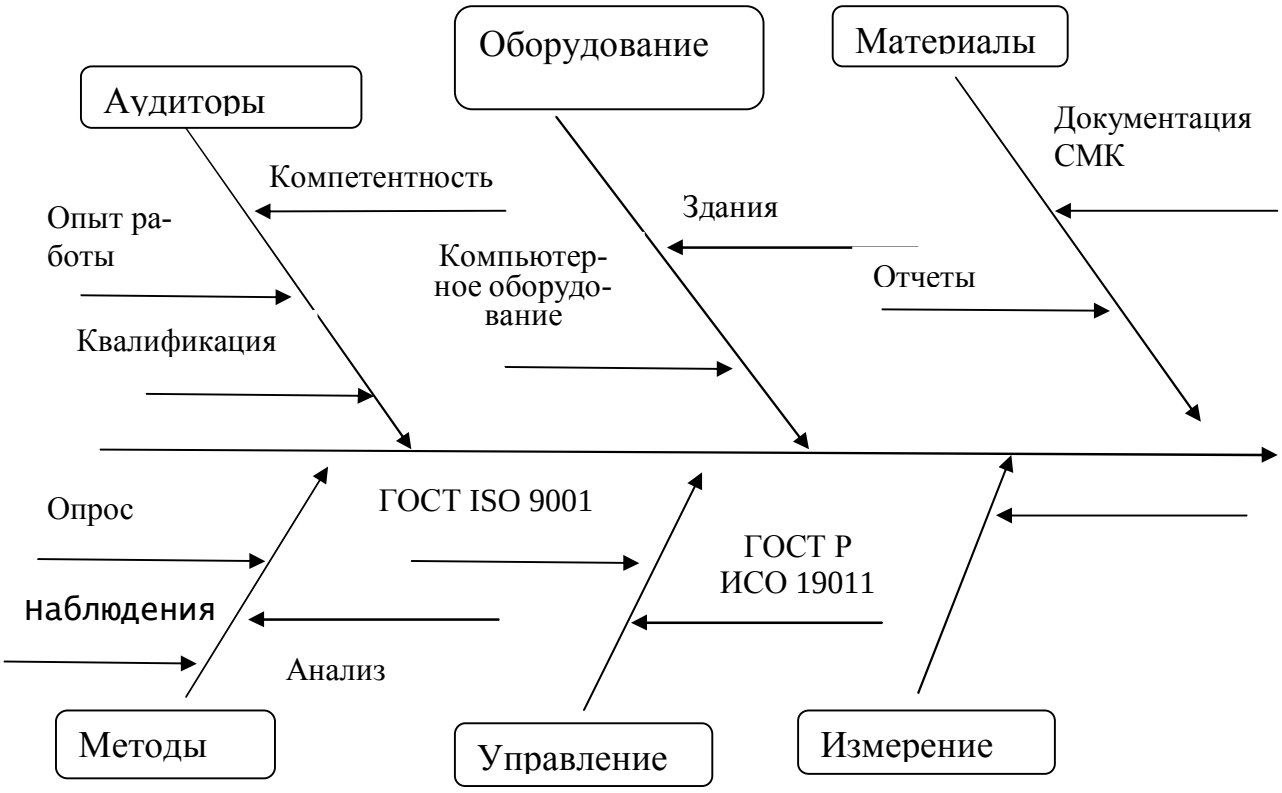


Рис. 1. Причинно-следственная диграмма функционирования и результативности процесса внутренних аудитов

Анализ показал, что практически все рекомендации [8] на изучаемом объекте выполняются, за исключением раздела 7 «Компетентность аудиторов и их оценивание». С целью адаптации его к предприятию в разработанной процедуре к общим рекомендациям [8] к аудиторам включены специфичные, такие как:

– знание документации СМК в газовой промышленности;

– владение способами организации и методами проведения проверок СМК в газовой промышленности, компетентность в отношении экологических проблем проверяемой области (процесса), в том числе умение определять типы несоответствий и проводить анализ последствий экологических нарушений;

– знание методологии управления качеством: терминологии в области качества, принципы, инструменты менеджмента качества, управление экологическими процессами);

– наличие стажа работы в газовой промышленности не менее трех лет (для руководителя группы аудиторов – не менее пяти лет преимущественно на руководящей должности);

– обязательное прохождение специального обучения внутреннему экологическому аудиту СМК при первичном включении в состав группы и участие в повторном обучении внутреннему экологическому аудиту не реже, чем один раз в три года;

– необходимость аудитору участвовать не менее чем в одном экологическом аудите, а руководителю группы аудиторов – не менее чем в трех аудитах в год.

На основе рекомендаций [8] и требований СМК предприятия, а также с учетом причинно-следственной диаграммы нами разработана документированная процедура «Внутренний экологический аудит» для компрессорной станции предприятия ОАО «Газпром Трансгаз – Краснодар»; в таблице 2 показано ее содержание.

Таблица 2

Содержание документированной процедуры СК-ДП-ХХХ-2013 «Внутренний экологический аудит системы качества»

1 Назначение и область применения…….....
2 Нормативные ссылки…….....
3 Планирование и проведение внутренних аудитов…….....
3.1 Общие положения…….....
3.2 Планирование аудита…….....
3.3 Подготовка к проведению внутреннего аудита…….....
3.4 Порядок проведения внутреннего аудита…….....
3.5 Документирование результатов внутреннего аудита…….....
3.6 Корректирующие и предупреждающие действия …….....
4 Ответственность…….....
5 Записи…….....
6 Внесение изменений…….....
Приложение А1. Форма программы проведения внутренних аудитов.....
Приложение А2. Форма приказа о проведении внутреннего аудита.....
Приложение А3. Форма отчета по внутреннему аудиту…….....
Приложение А4. Матрица распределения ответственности.....
Лист регистрации изменений…….....
Лист ознакомления…….....

Разработанная документированная процедура осуществления экологического аудита в газодобывающей отрасли является актуальной, поэтому сейчас ведется ее внедрение, которое позволит предприятию повысить эффективность применяемых управленческих решений (сократится трудоемкость работ на 10 %, вырастит производительность труда на 11 %, снизятся ежегодные издержки организации на 59,4 тыс. руб.) и снизит число несоответствий по результатам внутреннего аудита.

Для автоматизации процессного управления и ведения электронного документооборота экологического аудита выбран продукт «ПитерСофт: Управление процессами» – продукт класса Business-Process Management Solution (BPMS).

Литература

1. Ерофеев Б.В. Об экологических правоотношениях. В сборнике Правовые проблемы охраны окружающей среды. – М.: «Юридический бюллетень предпринимателя», 1998. – 202 с.

2. Еремин В.Г. Экологические основы природопользования: учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений / В.Г. Еремин, В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2002. – 253 с.

3. Арустамов Э.А. Экологические основы природопользования: учебник / Э.А. Арустамов, Н.В. Баркалова, И.В. Левакова.– М.: Дашков и К, 2006. – 320 с.

4. Пономарев С.В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учеб. пособие / Пономарев С.В, Мищенко С.В., Белобрагин В.Я., Самородов В.А., Герасимов Б.И., Трофимов А.В., Пахомова С.А., Пономарева О.С. – М.: Изд-во РИА «Стандарты и качество», 2005. – 248 с.

5. Рябчиков А.К. Экономика природопользования: учеб. пособие. – М.: Элит, 2003. – 192 с.

6. Данилин В.Н. Аудит качества (электронный учебник) / В.Н. Данилин, П.Е. Шурай // Международный журнал экспериментального образования. 2009. – №4. – С. 43.

7. Методические указания по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от очистных сооружений сельских населенных пунктов. – М.: Мособлприроды, 1997. – 52 с.

8. ГОСТ Р ИСО 19011 – 2012 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента.

9. Смирнов Е.Е. Актуальные проблемы экологического аудита. – Аудитор. 2004. – № 12. – С. 3 - 8.

10. Экологический аудит. Учебно-практическое пособие. – М.: «Экзамен», 1999. – 95 с.

Использование нефтяного газа: проблемы и решения

А.Д. Омаров, К.Ж. Естекова
Казахский институт путей сообщения им. Д.А. Кунаева

Ускоренное развитие нефтяной промышленности за последние 30 лет при минимальных капитальных вложениях и недостаточности материальных ресурсов серьезно осложнило экологическую обстановку во многих нефтедобывающих регионах.

Проблемы охраны и защиты природы приобрели в настоящее время исключительно важное и перспективное значение при освоении нефтяных месторождений. Повышенные жесткие требования предъявляются к охране окружающей среды при разработке сероводородсодержащих нефтяных месторождений (Жанажол, Тенгиз).

При безусловной практической ценности нефтяные месторождения одновременно являются и комплексным источником загрязнения всех элементов биосферы. В результате разведки и эксплуатации объектов нефтяной промышленности происходит загрязнение водного и воздушного бассейнов, снижается продуктивность земельных угодий и т.д.

Главная причина загрязнения атмосферного воздуха сероводородом и другими соединениями на нефтепромыслах – выброс попутного, неиспользуемого газа.

По данным работы [1], попутный нефтяной газ (ПНГ) сжигается в факелях в объеме 10-13 млрд $м^3$. Основными загрязнителями воздушного бассейна являются выбросы вредных веществ в атмосферу при сжигании нефтяного газа в факелях. В результате этого в окружающую среду поступают различные вредные вещества: углеводороды, сероводород, оксиды азота, сажа, оксид углерода, сернистый ангидрид.

В 2006 г по Атырауской области общий объем добытого естественного газа составил 4590,8 млн. $м^3$, а объем товарной продукции – 1614,9 млн. $м^3$; разница составила 2975,9 млн. $м^3$, что свидетельствует о том, что большая часть газа сгорела в факелях.

Внедрение усовершенствованных способов очистки и утилизации вредных веществ в нефтяных газах, разработка факельных горелок с уменьшенным выходом оксида серы и азота, отличающихся более высокими экологическими характеристиками – основные из действенных мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды.

В мире ежегодно вместе с нефтепродуктами сжигается около $4 \cdot 10^7$ тонн серы. В пересчете на продукты сгорания это составляет примерно $8 \cdot 10^7$ тонн диоксида серы или $1{,}2 \cdot 10^8$ тонн серной кислоты.

В среднем в нефти содержится примерно $2{,}5 \cdot 10^8$ тонн азота или $5 \cdot 10^9$ тонн азотсодержащих соединений – пиридинов, хинолинов, карбозолов, порфиринов, различных серо-, азот-, кислородсодержащих соединений [2].

Искусственное загрязнение сероводородом чаще всего происходит по вине предприятий нефтяной отрасли. Общее количество сероводорода, выделяемое в результате деятельности человека, составляет около 3 млн. тонн в год. В загрязненной атмосфере он произвольно превращается в сернистый ангидрид. Ежегодный выброс оксидов серы в атмосферу составляет по разным оценкам от 110 млн. до 150 млн. тонн. По прогнозу на 2006 год, поступление оксидов серы в атмосферу возрастает до 300 млн. тонн в год.

Соединения азота в атмосфере присутствуют в виде оксидов: N_2O, NO, N_2O_3, NO_2, N_2O_4, N_2O_5, NO_3, N_2O_6. большинство из них диссоциирует в атмосфере с образованием NO, N_2O_3, NO_2. Эти оксиды играют доминирующую роль в обменных процессах и реакциях, протекающих в атмосфере.

Образование оксидов азота в нижних слоях атмосферы в виде NO, NO_2 в результате сжигания топлива достигает 50 млн. тонн в год, а в результате химической обработки и получения различных веществ в химической промышленности – 2,4 млн. тонн в год [3].

Поэтому обеспечение наиболее полного и рационального использования нефтяного газа одновременно с вводом в разработку нефтяных месторождений – важная задача в деле повышения экономической эффективности нефтяной промышленности. Для решения этой задачи требуется своевременное осуществление комплекса мероприятий по созданию необходимых производственных мощностей с применением соответствующих технических средств и технологических производств, совокупность которых создает условия, позволяющие использовать нефтяной газ.

Общая отличительная особенность нефтяного газа большинства месторождений от природного – более высокое содержание этана, пропана, бутана и пентана. Доля этих ценных углеводородов наиболее значительна в нефтяном газе, что обусловливает необходимость его сбора и переработки (таблица 1).

Доля этих фракций в нефтяном газе большинства месторождений составляет до 60-70 масс. %. Эта особенность нефтяного газа определяет его значение не только как топливо, но и как незаменимого сырья в самых различных отраслях промышленности.

Сжигание производственного нефтяного газа в факелях – это не только загрязнение атмосферы, но и впустую израсходованное ценнейшее сырье, так как ПНГ можно рассматривать в качестве топливных ресурсов.

В отличие от природного газа, добычу которого можно регулировать в зависимости от объема его потребления, нефтяной газ извлекается из недр вместе с нефтью, независимо от того, имеются или отсутствуют условия для его использования. При отсутствии необходимых условий его вынуждены сжигать в факелях или выпускать в атмосферу, при этом потери нефтяного газа невосполнимы.

Таблица 1

Компонентный состав нефтяного газа

Показатели	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	i-C_4H_{10}	n-C_4H_{10}	i-C_5H_{12}	n-C_5H_{12}	CO_2	H_2S	N_2
Молекулярная масса	16	30	44	58	58	72	72	44	34	28
Удельная газ.пост, Дж/кг·^oC	519	217	188	143	143	115	115	80,6	104	127
Плотность (p =10,1·10^4 Па,t = 0^oC), кг/$м^3$	0,72	1,34	1,97	2,60	2,60	3,22	3,22	1,98	1,54	1,25
Относит плотность по воздуху	0,55	1,04	1,52	2,01	2,01	2,49	2,49	1,52	1,19	0,97
Критическ температура, ^oC	-92,5	33	96,6	134	179	188	197	31,1	100	-167
Критичес давление, МПа	4,58	4,58	4,34	3,82	3,57	3,29	3,30	7,29	8,89	3,35
Пред.взрываемости с возд, об. % нижний верхний	5,0 15,0	3,22 12,5	2,37 9,45	1,8 8,44	1,86 8,41	1,3 8,0	1,32 8,0	- -	4,3 45,5	- -

При такой аргументации вопросы комплексного использования газообразного углеводородного сырья не найдут решения еще долгое время. Однако, те экономические выгоды, которые пока еще сохраняются при условии квалифицированной его переработки, могут привлечь внимание, как представителей государственных хозяйственных структур, так и собственных бизнесменов, располагающих свободными для вложения средствами. Выгоды же конкретно для экономики Казахстана заключаются в следующем:

1. При переработке попутного (нефтяного) газа только Тенгизского месторождения в объеме 3,1 млн. т в год может быть получено 266 тыс. тонн этана, 163 тыс. тонн пропана, 103 тыс. тонн бутана, 81 тыс. тонн пен-

тана, что в пересчете на цены мирового рынка составит примерно 137 млн. долларов США.

2. При переработке природного газа Карачаганакского месторождения в объеме 4 млн. тонн в год может быть извлечено 232 тыс. тонн этана, 152 тыс. тонн пропана, 64 тыс. тонн бутана, 104 тыс. тонн пентана, что на тех же принципах оценивается в 90 млн. долларов США.

3. При переработке конденсата Карачаганакского месторождения в количестве 2,5 млн. тонн в год ориентировочная оценка суммарной стоимости тех же индивидуальных углеводородов (соответственно 155, 160 и 250 тыс. тонн) составляет более 90 млн. долларов США.

4. Продукцией перечисленных процессов являются также: сухой товарный газ, который может быть реализован потребителям в качестве топлива; элементарная сера высшего качества, спрос на которую растет как на внешнем рынке, так и со стороны своих же химических предприятий.

5. При комплексной переработке 6 млн. тонн нефти и 3,1 млрд. $м^3$ газа коммерческая оценка стоимости углеводородного сырья колеблется в пределах: минимальный вариант – 1211,0 млн. долларов на весь объем или 202 доллара на 1 тонну и 1000 $м^3$, максимальный вариант – 3860,0 млн. долларов на весь объем или 931 доллар на 1 тонну и 1000 $м^3$. Для сравнения отметим, что аналогичные показатели по сырьевому варианту составляют, соответственно, 914,0 млн. долларов и 175,6 долларов.

Следовательно, основной для Республики Казахстан проблемой на предстоящие 5-7 лет, от быстроты реализации которой могут зависеть темпы ее социально-экономического развития, является создание собственной современной базы нефтехимии, сырьем для которой послужат ресурсы новых нефтегазовых месторождений. Думается, что для ее решения необходимо мобилизовать все возможные ресурсы: бюджетные ассигнования, средства национальных компаний и корпораций, совместных предприятий. В процессе выделения индивидуальных углеводородов в промышленность полимеров, пластмасс, синтетических волокон и материалов может быть направлено (в виде высококачественного исходного сырья) до 300 тыс. тонн полиэтилена, столько же – полипропилена, до 400 тыс. тонн – бутана.

Нефтяные компании ведущих стран мира давно оценили преимущества использования природного и попутного газов в качестве сырья для нефтехимической промышленности.

Во-первых, при таком варианте отпадает необходимость вовлечения в процессы выделения индивидуальных углеводородов бензиновых фракций, становящихся из года в год все более дефицитными в связи с происходящим ростом выпуска автомобилей.

Во-вторых, резко увеличивается добыча газообразных углеводородов – за счет комплексности их использования.

В-третьих, замена продуктов нефтепереработки на ресурсы газа для нефтехимической отрасли означает установление режима стабильного обеспечения ее исходным углеводородным сырьем. Высокая эффектив-

ность, достигаемая в результате комплексного использования сырья в перерабатывающих отраслях, еще раз подчеркивает всю важность вовлечение газовых ресурсов Казахстана в процессы химических преобразований. В связи с этим наиболее крупной проблемой, от масштаба и скорости решения которой во многом зависит состояние всей экономики республики на текущий момент и далекую перспективу, может быть названо интенсивное развитие нефтегазоперерабатывающего производства непосредственно в районах добычи ресурсов.

Создание нефте- и газоперерабатывающих комплексов вблизи Тенгизского, Карачаганакского, Жанажолского месторождений наиболее целесообразно по ряду причин.

Во-первых, отпадает необходимость в транспортировании сырья, имеющего высокое содержание агрессивных сернистых соединений (сероводород, меркаптаны).

Во-вторых, появляется возможность полного обеспечения индивидуальными углеводородами действующих в регионе заводов: в г. Актау – завода пластмасс (поставка этановой фракции, бензола); в г. Атырау – химического завода (загрузка мощностей этановой и пропановой фракциями), что повлечет за собой не только загрузку существующих мощностей, но и создаст реальные предпосылки для расширения производств.

В-третьих, излишки индивидуальных углеводородов, товарная продукция могут быть реализованы как в западном и южном направлениях, так и восточном – при примерно одинаковых расстояниях перевозки.

В-четвертых, очищенный газ найдет своих потребителей непосредственно в Западном Казахстане, причем значительный его объем может быть направлен на энергетические и коммунально-бытовые нужды.

Главным же результатом формирования нефтехимических комплексов в Прикаспийском регионе должно стать получение товарной продукции в виде всевозможных полимерных изделий, пользующихся большим спросом на внутреннем и внешнем рынках [4].

Пропановая фракция находит использование, главным образом, в производстве полипропилена, спрос на которой ежегодно увеличивается на 9 %. Импорт пропилена в страны Западной Европы составляет 195-200 тыс. тонн в год. Согласно прогнозным данным среднегодовые темпы роста спроса на него в этом регионе составят 3 %. Для стран Азиатско-Тихоокеанского региона аналогичный показатель соответствует 7 %. Мировые мощности по производству полиэтилена высокой плотности составляют 23-24 млн. тонн в год, линейного полиэтилена низкой плотности – 16 млн. тонн в год. Потребление его, соответственно, составляет 21-22 и 13 млн. тонн в год. Обеспеченность мировых рынков нефтехимической продукции этими видами исходного сырья в течение истекших примерно пяти лет свидетельствует об имеющемся разрыве между спросом и предложением, что означает возросший интерес со стороны стран Европы и Азии,

создание ими собственных производств по выпуску конечной товарной продукции.

Выделяемая из казахстанских углеводородных ресурсов элементарная сера (согласно проектам, она должна быть гранулированной или жидкой), является ценнейшим сырьем для предприятий основной химии, сельского хозяйства, непосредственно нефтяной промышленности. В реальной действительности основная масса этого химического вещества получается в виде комового продукта и складируется вблизи объектов добычи нефти и газа. Подобная ситуация не приносит практически никакой пользы государству, а наоборот влечет за собой экономические и экологические потери. Следует напомнить, что, например, в проекте освоения месторождения Тенгиз СП «Тенгизшевройл» были намечены возможные варианты экспорта серы. Жидкая сера должна была поставляться на Кентауский, Каратауский и Ново-Джамбулский химические заводы, непосредственно структурным подразделениям агропромышленного комплекса. Кроме того, были намечены варианты экспорта серы по маршрутам: 1) железной дорогой к портам Черного моря; 2) железной дорогой к Балтийскому морю; 3) железной дорогой в Китай и европейские страны [5].

Есть предложение использовать нефтяной газ для производства электроэнергии, с учетом того, что существуют различные технические решения этой проблемы. Например, при мощности до 10 МВт лучше использовать газогенераторы, а при мощности свыше 10 МВт – газотурбинные установки.

Интересным направление использования нефтяного газа может стать метод его превращения в гидраты и закачка в нефтяной пласт по существующим системам заводнения.

Для нефтяных месторождений, расположенных в отдаленных малонаселенных районах, предложена схема экологически чистой технологии использования ресурсов нефтяного газа. Основная цель – автономное обеспечение нефтепромыслов тепловой и электрической энергией при минимальных выбросах в атмосферу вредных веществ.

В связи с этим проблема полного использования ресурсов ПНГ является проблемой не только экологической, но и экономической, так как ПНГ представляет собой не только высококалорийное топливо, но и ценное сырье для быстро развивающейся промышленности.

Литература

1. Корсаков Н.И. РНИПИ газопереработка: проблемы и достижения в области экологии // Нефтяное хозяйство, 2001. – № 11. – С.2-8.

2. Большаков Г.Ф. Азот органические соединения нефти. – Новосибирск, 1988. – 214 с.

3. Кошелев А.А., Тагикинова Г.В., Чебаненко Б.Б. Экологические проблемы энергетики. – Новосибирск, 1989. – 332 с.

4. Егоров О.И. Нефтегазовые ресурсы как фактор устойчивого развития экономики в условиях рынка. – Алматы, 1999. – 24 с.

5. Чигаркина О.А. Пути повышения эффективности использования нефтегазовых ресурсов в стратегии «Казахстан – 2030» // Сб. материалов международной научно-практической конференции «Приоритеты социально-экономического и культурного развития регионов Казахстана в XXI веке». Актобе, 2000. – С. 36-41.

Природно-техногенные источники чрезвычайных ситуаций объектов инфраструктуры нефтегазового комплекса*

Р.А. Таранов
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Аварии на объектах инфраструктуры нефтегазового комплекса в совокупности с негативными природными факторами являются источником природно-техногенных чрезвычайных ситуаций и представляют большую опасность для населения и окружающей среды. На сегодняшний день значительное количество объектов, входящих в систему нефтегазового комплекса, имеют высокую степень износа, а также неправильную эксплуатация объектов приводит к увеличению величины риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

В настоящей работе проведен анализ состояния объектов нефтегазового комплекса, возможных аварийных ситуаций, а также рассмотрены негативные природные факторы, которые в сочетании с техногенными авариями приводят к возникновению природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

По результатам проведенного анализа составлена карта объектов инфраструктуры нефтегазового комплекса Западной Сибири, а также частично Европейского Севера (Тимано-Печорский регион) и опасных природных факторов способных инициировать процесс развития чрезвычайных ситуаций на этих объектах.

Сегодня в России выделяются три крупные группы районов, которые соответствуют начальной, средней и поздней стадиям освоения нефтегазовой сырьевой базы. На начальной стадии освоения находятся месторожде-

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 259-264.

ния Восточной Сибири, Дальнего Востока (за исключением о-ва Сахалин), а также шельфы российских морей. Средняя стадия освоения характерна для месторождений Западной Сибири, а также частично Европейского Севера (Тимано-Печорский регион). На поздней стадии освоения находятся «старые» добывающие районы Урало-Поволжья, Северного Кавказа и острова Сахалин.

Крупнейшие месторождения газа и нефти сосредоточены в удаленных районах Западной Сибири, что определяет большую географическую протяженность инфраструктуры нефтегазового сектора. В этом регионе сосредоточено более 53% запасов и, начиная с середины 80-х годов прошлого века, добывается 67-72% российской нефти.

1. Характеристика объектов инфраструктуры нефтегазового комплекса

Нефтегазовый сектор объединяет комплекс предприятий, осуществляющих *добычу, переработку, транспортировку, складирование и продажу нефти и газа и сопутствующих продуктов*. Сюда входят *буровые установки, очистные сооружения, сеть компрессорных установок для сжатия природного газа, насосные станции для перекачки нефти и газа, нефте- и газохранилища, трубопроводы и прочие сооружения*.

Объекты инфраструктуры добычи и переработки нефти и газа

Объекты этих двух групп часто образуют единые комплексы. К нефтедобывающим объектам относятся собственно нефтепромыслы с добывающими и нагнетательными скважинами, нефтесборные коммуникации, а также так называемые нефтяные цеха или нефтепарки со станциями сепарации, бассейнами-отстойниками, нефтехранилищами и т.п. Объектами переработки нефти являются отдельные установки и целые комплексы по получению различных нефтепродуктов из нефтяного сырья.

Объекты инфраструктуры транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов

Наиболее распространенным способом перемещения нефтегазопродуктов на большие расстояния является транспортировка по магистральным трубопроводам, которые обеспечивают ритмичную поставку нефтегазопродуктов потребителям независимо от внешних условий среды.

Трубопроводный транспорт углеводородов России – сложная техническая система, энергетические потоки которой по мощности и протяженности не имеют аналогов в мировой практике. Более 1 млн. км нефтегазопродуктопроводов протянулись по территории России. Трубопроводные сети уже охватывают 35% территории страны, на которых проживает более 60 % населения [1]. По трубопроводам транспортируется 100 % добываемого газа, 99 % добываемой нефти, более 50 % производимой продукции нефтепереработки. Экспорт газа, нефти и нефтепродуктов в основном осуществляется трубопроводным транспортом [2].

Сегодня в эксплуатации находится оборудование, изготовленное в разные годы, разными заводами и по различной технической документации, поскольку существующая система магистральных нефтепроводов создавалась на протяжении десятков лет и в единую схему оказались сведены технические средства разных поколений. Главные системы магистральных трубопроводов были построены в 1960-1980-х гг. Устаревшее, разнотипное оборудование одного и того же функционального назначения снижает надежность системы.

На начало XXI века по срокам эксплуатации магистральные нефтепродуктопроводы распределялись следующим образом: до 10 лет эксплуатировалось менее 3 %, от 10 до 20 лет – 32 %, от 20 до 33 лет – 25 %, свыше 33 лет – около 40 %. В начале XXI века общий износ основных фондов системы составлял более 70 % [3]. На 01.01.2009, по данным [4], 10 % магистральных трубопроводов в стране работает более 35 лет, 32 % – более 20 лет. Средний срок службы линейной части магистральных нефтепроводов (на 01.01.2009 г.) в ОАО «АК «Транснефтепродукт» составляет 25,9 лет.

Объекты хранения нефти, нефтепродуктов и газа

Добываемая нефть и нефтепродукты подготавливаются, перерабатываются и хранятся в резервуарных парках. На территории бывшего Советского Союза находится в эксплуатации более 40 тысяч вертикальных и горизонтальных цилиндрических резервуаров емкостью от 100 до 50000 куб. м для хранения нефти, нефтепродуктов и агрессивных химических веществ [5]. Только в системе нефтепроводного транспорта России функционируют 861 резервуар для хранения нефти общей емкостью около 14 млн куб. м [6]. По данным ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова [5], 90% эксплуатируемых резервуарных парков превысили нормативный срок эксплуатации (20 лет).

2. Основные источники чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации

Средний уровень риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в России на два порядка превышает допустимый уровень, принятый в развитых странах мира [7]. Если учесть, что в нашей стране за 90-е годы прошлого века число только техногенных аварий увеличилось в 6 раз [8], то при современной экономической ситуации и уровне производства Россия в ближайшие годы будет не в состоянии восполнить потери от регулярно случающихся техногенных аварий и катастроф.

Опасность и риск чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазовой отрасли связаны с тем, что здесь добываются, используются, перерабатываются, хранятся или транспортируются опасные, прежде всего пожаровзрывоопасные вещества; часто используется изношенное оборудование или нарушаются нормы и правила его эксплуатации. Неблагоприятные климатические условия, резкие изменения погоды тоже относятся к факто-

рам, увеличивающим опасность ЧС. Существенную роль в увеличении аварийности на нефтегазовых объектах играют негативные проявления опасных природных процессов (геокриологические, лавины, сели, оползни, землетрясения, паводки и др.).

Уровень опасности ЧС определяется повторяемостью (количеством) аварий на территории субъекта Федерации за годовой период. Всего с 1998 по 2009 гг. на объектах нефтегазового сектора страны произошло 689 аварии.

В связи с физическим старением нефтепромыслового оборудования, частота аварийных залповых сбросов в окружающую среду нефти, подтоварных, пластовых и буровых сточных вод ежегодно исчисляется тысячами случаев и имеет тенденцию роста. Только на территории Ханты-Мансийского автономного округа в результате аварий на объектах нефтегазодобычи в поверхностных водоемах и на почве находится до четырех миллионов тонн нефти [9].

Существенным источником загрязнения окружающей среды нефтепромысловыми отходами являются шламовые амбары. За период освоения нефтегазовых месторождений только на территории Ханты-Мансийского автономного округа были построены тысячи шламовых амбаров. Не ликвидированные амбары, как правило, используются в качестве несанкционированных полигонов промышленных отходов, в которые при авариях и ремонтах скважин бесконтрольно сбрасывают нефть и различные реагенты. Отходы производства и потребления в загрязнении окружающей среды фактически занимают второе место, после аварий на нефтепроводах. В настоящее время накоплено и не утилизировано более 5 миллионов тонн производственных отходов этого состава, которые находятся в амбарах.

На объектах нефтепереработки в России в среднем за год происходит 13 аварий, в ходе которых гибнет 10 человек [10]. В 2001 г. на объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности в Российской Федерации произошло 17 аварий (против 26 в 2000 г.). По данным [11], почти четверть всех аварий сегодня происходят по техническим причинам, связанным с неудовлетворительным техническим состоянием зданий, сооружений и технических устройств на опасных производственных объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, несовершенством технологии или конструктивными недостатками оборудования, отсутствием или неисправностью средств противоаварийной защиты, что непосредственно связано с недостаточностью инвестиций в обновление основных производственных фондов.

По данным [4], в России ежегодно на магистральных трубопроводах (нефте-, газо- и продуктопроводах) в среднем происходит 40 аварий, в том числе 5 со смертельным исходом. Только на территории Пермской области за период 1989-2004 гг. произошло более 60 аварий, сопровождавшихся разливом нефтепродуктов с загрязнением почв, подземных и поверхностных вод [12].

На море в 2009 г. имело место 27 разливов нефтепродуктов объемами от нескольких килограммов и выше, в том числе 3 разлива были оценены как ЧС локального значения.

Опасные природные явления являются одним из важнейших факторов инициирующих возникновение и развитие чрезвычайных ситуаций в нефтегазовом комплексе.

3. Опасные природные процессы и явления – источники чрезвычайных ситуаций на объектах инфраструктуры нефтегазового комплекса России

На объекты нефтегазового комплекса могут оказывать воздействие опасные природные процессы, явления и факторы природного происхождения:

К числу наиболее опасных природных процессов и явлений для нефтегазового комплекса страны относятся землетрясения, лавины, сели, оползни, карст, русловая эрозия, наводнения, геокриологические процессы и др.

Появление повреждений на трубопроводах обычно наблюдается при интенсивности землетрясений около 7 баллов по шкале МЗК-64. Разрушения на старых поврежденных коррозией трубопроводах можно ожидать и при меньших по интенсивности сейсмических воздействиях [13].

Землетрясения в совокупности с пересечениями нефтепроводом активных разломов неизбежно вызовут большие и малые повреждения подземных труб, связанные с различными по размеру утечками нефти. При определенных условиях землетрясения спровоцируют активизацию оползневых и селевых процессов, что приведет к дополнительным повреждениям трубопроводов.

Трассы магистральных трубопроводов проходят по районам, где помимо прямого сейсмического воздействия отмечается тенденция к внезапным крупным смещениям снега и грунта, которые могут быть спровоцированы землетрясениями. Это – лавины, сели, оползни, обрушения грунта.

Селевые процессы как факторы риска для трубопроводов и персонала на стадиях строительства и эксплуатации объектов в технико-экономических обоснованиях чаще всего не рассматриваются. Между тем, селевая опасность в селеопасных районах может быть высока как для трубопроводов подземной прокладки, так и для персонала: и в период строительства, и в период эксплуатации. Объемы единовременных селевых выносов могут достигать 500 тыс. куб. м, а толщина селевых отложений на трассе достигает 6-16 м. Разрушение трубопроводов подземной прокладки на протяжении нескольких километров возможно при сходе селевых потоков (грязекаменных) объемом более 70 тыс. куб. м.

Опасность оползней заключается в динамическом воздействии движущихся масс горных пород, приводящем к разрушению объектов и сооружений, находящихся на теле и в зоне действия оползня. Для трубопро-

водов серьезную опасность представляют оползневые процессы, наблюдаемые на береговых участках подводных переходов.

Разжижение рыхлых грунтов или осадков является одним из наиболее опасных процессов для трубопровода. Разжижение в естественных отложениях происходит не случайно, а в довольно узком диапазоне геологических и грунтовых условий. Грунты, наиболее восприимчивые к разжижению, представляют собой рыхлые несцементированные молодые отложения (современные или позднечетвертичные). Разжижение происходит только в водонасыщенных отложениях, т.е., в толщах, находящихся ниже уровня грунтовых вод. Сооружения, расположенные на поверхности или внутри разжиженного грунта обычно сильно разрушены и часто разбиты трещинами и перемещены. Трубопроводы и другие легкие подземные сооружения могут всплывать при разжижении окружающих грунтов [14].

Среди особо неблагоприятных условий прохождения трасс нефтегазопроводов – их встреча с закарстованной территорией. Опасность карста заключается в осадке и провалах земной поверхности, деформации инженерных сооружений вплоть до их разрушения. На территории России карстующиеся породы различного литологического состава, залегающие как с поверхности, так и на различных глубинах, распространены очень широко и занимают почти 50% ее территории.

Трассы нефтегазопроводов на своем протяжении пересекают тысячи постоянных и временных водотоков, которые подвержены русловым деформациям. Результатом интенсивного (более 10 м/год) размыва берегов часто является разрушение прибрежных строений, дорог и других коммуникаций, подмыв береговых опор мостов, провисание трубопроводов (дюкеров, кабелей), проложенных через реки. Как правило, трассы газопроводов привязаны к автодорожным магистралям, а поэтому переходы газопроводов через реки находятся вблизи мостовых переходов. Мостовые переходы стесняют паводковый поток и приводят к сильному изменению режима затопления поймы и направления движения вод по пойме и в русле. Особенно резко сказывается влияние дорожных переходов на меандрирующих реках.

Проблема безопасности инженерных сооружений нефтегазовой отрасли наиболее остра на Севере России, где сосредоточено более 30% разведанных запасов нефти, около 60% – природного газа, огромные залежи каменного угля и торфа, создана разветвленная инфраструктура объектов ТЭК [15]. Здесь к тому же начинается крупномасштабное строительство северных трубопроводов.

Трассы северных нефтегазопроводов характеризуются экстремальными температурными данными и сложными геокриологическими условиями. Трубопроводы имеют особенности, связанные с технологией транспорта нефти и газа, которая значительно влияет на выбор и исходные требования к трубопроводной конструкции. Это положение включает и обратную связь: за счет выбора соответствующей конструкции может быть

получена оптимальная технология транспорта продукта. Так, например, прокладка подземных газопроводов в многолетнемерзлых грунтах ставит условие снижения температуры газа, поступающего в магистраль из компрессорной станции, до температур грунта во избежание растепления грунтов. Если это требование не удовлетворяется, то может быть предложен альтернативный вариант – надземная прокладка с сохранением естественного температурного режима криогенной толщи.

Подземный газопровод в силу технологических особенностей вносит дополнительные возмущения в температурный режим грунтов и способствует развитию явлений пучения, термокарста и т.п. К надземным трубопроводам помимо требований на трубы предъявляются дополнительные требования как к строительной конструкции. При сооружении надземных трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах большое внимание уделяют производству работ по свайному основанию, а именно: противопучинным мероприятиям, сохранности тундрового покрова и т.п. Не учет этих факторов приводит к потере устойчивости свайного основания, различным эрозионным процессам на трассе и, как следствие, к низкой надежности эксплуатации самого трубопровода. Особое внимание на стадии проектирования уделяется и конструкциям опор надземного многопролетного газопровода. Такой трубопровод подвержен колебаниям от ветровой нагрузки, перемещениям от температурных перепадов и т.д.

Для расположенных в районах Крайнего Севера сооружений (дорог, нефте- и газопроводов, резервуаров, площадок нефтегазопромысловых объектов, зданий и др.) наибольшую опасность представляет таяние вечной мерзлоты. Многие из них построены на свайных фундаментах, используют многолетнемерзлый грунт в качестве оснований и рассчитаны на эксплуатацию в определенных температурных условиях.

Геокриологические опасности обусловлены существованием криолитозоны – промороженных на значительную глубину (иногда до 1 км) горизонтов горных пород. Наиболее опасные геокриологические процессы (тепловая осадка оттаивающих пород, термокарст, морозное пучение пород, наледеобразование) нередко приводят к аварийным ситуациям на объектах техносферы. Увеличение мощности сезонного протаивания и деградация вечной мерзлоты сопровождается массовым развитием этих процессов, происходящих прежде всего в районах интенсивного техногенного воздействия на толщи мерзлых пород.

На территории России криолитозона, или область распространения многолетнемерзлых пород, занимает 65% общей площади страны. По времени проявления различаются сезонные и многолетние криогенные процессы; по скорости их протекания – быстро- и медленно протекающие. Наибольшую опасность представляют собой быстропротекающие криогенные процессы, являющиеся мощным рельефообразующим фактором в криолитозоне, угрожающим устойчивости геологической среды и представляющим опасность для хозяйственного освоения территории.

В горных районах страны широко развиты криогенные склоновые процессы: курумы, солифлюкция, термоэрозия, термокарст, а на морском побережье – термоабразия.

Режимы эксплуатации объектов инфраструктуры в криолитозоне и за ее пределами значительно различаются. Как правило, сооружения на вечной мерзлоте имеют меньший расчетный срок эксплуатации в силу того, что они подвержены более интенсивному износу, в том числе и за счет изменений вечной мерзлоты, в особенности при ослаблении ее несущей способности, которая уменьшается при увеличении температуры грунта. Типичные расчетные сроки эксплуатации объектов в криолитозоне [16]: дороги с покрытием – 15-20 лет; трубопроводы – 30 лет; дома с фундаментом – 30-50 лет; железные дороги – 50 лет; мосты и тоннели – 75-100 лет.

Многие факты свидетельствуют о том, что в последние десятилетия деструктивное воздействие криогенных процессов на объекты инфраструктуры в области распространения вечной мерзлоты усилилось [17]. На конец XX века в Западной Сибири ежегодно происходило около 35 тысяч отказов и аварий на нефте- и газопроводах [18]. Около 21% всех зафиксированных аварий были вызваны механическими воздействиями, в том числе связанными с потерей устойчивости фундаментов и деформацией опор [19]. Полевые геоэкологические обследования [15] объектов нефтегазового комплекса в Ямало-Ненецком, Ненецком автономных округах и других районах распространения вечной мерзлоты указывают на то, что вокруг добывающих и разведочных скважин часто возникают зоны растепления. Это приводит к просадке грунтов и образованию в приустьевой зоне воронок, влияющих на устойчивость скважины и станка-качалки.

На севере Европейской территории России имеется обширная сеть наблюдений за состоянием вечной мерзлоты, на которой наблюдения проводились в период 1970-2005. За 35 лет произошло существенное сокращение площади приповерхностной вечной мерзлоты, имевшиеся ранее острова мерзлого грунта в наиболее южных районах полностью протаяли [20]. Южная граница ее распространения сместилась к северу на 30-40 км в Печорской низменности, и значительно больше – до 80 км, на равнинах Приуралья. Помимо этого возникли многочисленные новые и углубились ранее существовавшие талики, в том числе и в зоне, где ранее наблюдалось сплошное распространение мерзлоты. Это позволяет говорить о смещении к северу границ зон сплошного и прерывистого распространения вечной мерзлоты на 15-20 км в равнинной тундре и на многие десятки километров в Приуралье и в горах Пай-Хоя. Данные мониторинга указывают также на почти повсеместное повышение температуры вечной мерзлоты, которое в отдельных районах на глубинах 10-15 м достигало 1-1,5 °С, и на активизацию термокарста [16]. Эти наблюдения согласуются с произошедшим за последние 35 лет потеплением в регионе, что указывает на возможность прогноза состояния вечной мерзлоты при помощи математического моделирования.

Данные метеорологических наблюдений свидетельствуют о том, что за последние 100 лет средняя температура на планете выросла на 0,74 °С. Согласно различным сценарным прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), к концу этого столетия температура Земли может повыситься от 1,8 до 4,6 °С [4].

Потепление в России происходит быстрее, чем в среднем на планете. По данным российских метеостанций, среднегодовая температура воздуха в нашей стране с 1907 по 2006 гг. увеличилась на 1,29 °С (против 0,74 °С в глобальном масштабе). В России климатические изменения особенно ощутимо проявляются в Арктике: средняя температура за последние 100 лет повышалась здесь почти в два раза быстрее, чем в среднем на планете. В большинстве регионов Арктики с 1980-х гг. температура зимой и весной увеличивалась примерно на 1 °С за десятилетие [4].

По данным [15], в ближайшие 25-30 лет площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10-18 %, а к середине столетия на 15-30 %, при этом ее граница сместится к северо-востоку на 150-200 километров. Повсеместно увеличится глубина сезонного протаивания, в среднем на 15-25 %, а на Арктическом побережье и в отдельных районах Западной Сибири до 50 % [17] В Западной Сибири (Ямал, Гыдан) температура мерзлых грунтов повысится в среднем на 1,5-2 ^{0}С, с -5...-6 ^{0}С до -3...-4 ^{0}С, и возникнет опасность формирования высокотемпературных мерзлых грунтов даже в районах Арктики [21]. На участках деградации вечной мерзлоты в южной периферийной зоне будет происходить таяние островов мерзлоты. Поскольку здесь мерзлые толщи обладают небольшой мощностью (от нескольких метров до нескольких десятков метров), за время порядка нескольких десятилетий возможно полное протаивание большинства островов мерзлоты. Свыше 90 % территории российской Арктики расположено в зоне распространения вечной мерзлоты. Воздействие изменения климата на вечную мерзлоту будет проявляться прежде всего в изменении температуры многолетнемерзлых пород и увеличении глубины сезонного протаивания. Потепление климата приводит к увеличению температуры вечной мерзлоты, при этом интенсифицируются неблагоприятные геокриологические процессы, влияющие на устойчивость сооружений. Отчасти из-за этого, хотя также и из-за иных факторов, связанных с условиями эксплуатации, в последние 2 десятилетия значительно возросло число аварий и повреждений объектов инфраструктуры в криолитозоне. В Западной Сибири ежегодно происходит около 35 тысяч аварий на нефте- и газопроводах [17] На нефтяных месторождениях одного лишь Ханты-Мансийского АО происходит в среднем 1900 аварий в год. Причиной аварий являются неравномерная осадка грунта при таянии вечной мерзлоты, или же выдавливание опор и фундаментов при промерзании. Вблизи Уренгоя был отмечен подъем секции трубопровода на 1,5 м в течение одного года.

Есть основания утверждать, что естественные неравномерные термокарстовые осадки земной поверхности послужили одной из причин круп-

нейшей в мире наземной аварии на нефтепроводе Возей-Головные сооружения (Республика Коми) в 1994 г. [20] В результате множественных (до 6) разрывов трубы произошел разлив около 160 тысяч тонн нефтесодержащей жидкости.

На ближайшие 25-30 лет различия между сценариями изменения криолитозоны незначительны, что позволяет сделать некоторые общие выводы [16]. К 2030 году общая площадь приповерхностной вечной мерзлоты может сократиться на 10-18 %, при этом нужно помнить о том, что, оторвавшись от поверхности, многолетнемерзлые породы могут еще долгое время (несколько десятилетий) сохраняться в более глубоких слоях. К середине столетия площадь распространения может сократиться на 15-30 %, при этом в России южная граница вечной мерзлоты сместится к северо-востоку на 150-200 километров.

На участках деградации в южной периферийной зоне будет происходить таяние островов мерзлоты. Поскольку здесь мерзлые толщи обладают небольшой мощностью (от метров до десятков метров), за время порядка нескольких десятилетий возможно полное оттаивание большинства островов мерзлоты.

Составлена схема, на которой нанесены объекты инфраструктуры нефтегазового комплекса Западной Сибири, а также частично Европейского Севера (Тимано-Печорский регион), а также зоны опасных природных явлений, которые могут быть потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций для этих объектов.

Составление подобных схем для регионов позволяет руководству регионов осуществлять управление рисками чрезвычайных ситуаций в регионе, включающее принятие верных решений при:

размещении сил и средств реагирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

создании систем мониторинга чрезвычайных ситуаций региона и формировании верных прогнозов рисков этих чрезвычайных ситуаций;

планировании социально-экономического развития регионов;

реализации системы практических мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций в регионе.

Литература

1. Сивцева А.С. Исследование напряженно-деформированного состояния подземных трубопроводов в условиях вечномерзлых грунтов с использованием программного комплекса CPIPE. – Трубопроводный транспорт: теория и практика. № 4 (10), 2007.

2. Галяутдинов А.А., Зубаилов Г.И., Хайрутдинов Ф.Ш., Шмаков В.А. К вопросу о демонтаже трубопроводов. – Нефтегазовое дело, № 1, 2007.

3. Порфирьев Б.Н. Социально-экономические и правовые проблемы управления риском чрезвычайных ситуаций. – Управление рисками чрезвычайных ситуаций. Материалы 6-й Всероссийской н/п конференции. М., 2001. – С. 54-60.

4. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Российской Федерации. – М.: Дизайн. Информация. Картография, 2010. – 696 с.

5. Кузнецова С.А. Пожаробезопасность при эксплуатации резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. – Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Уфа, 2005.

6. Христенко В.Б. Энергетическая стратегия России. О перспективах развития и использования систем транспортировки углеводородного сырья и продуктов его переработки. – Транспортная безопасность и технологии, № 4, 2006.

7. Данные о чрезвычайных ситуациях, происшедших в Российской Федерации в 1998 году. – Гражданская защита, № 6, 1999. – С. 17-24.

8. Курбатова А.С., Мягков С.М., Шныпарков А.П. Природный риск для городов России. – М.: НИИПИ экологии города, 1997. – 240 с.

9. Муратов А.В., Грозин А.Н. Экологические проблемы Ханты-Мансийского автономного округа и пути их решения. – Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации. Третья межведомственная научно-практическая конференция (17 апреля 2009 года). Ч. 2. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2009. – 182 с.

10. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (Под общ. ред. Шойгу С. К.). – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. – 270 с.

11. Анализ нефтехимической отрасли Рязанской области и Республики Башкортостан. – М., 2003.

12. Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. Оценка техноприродных и социально-экологических рисков чрезвычайных ситуаций на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья. – Трубопроводный транспорт: теория и практика. – № 1. – 2005.

13. Иванцов О.М. Взаимовлияние систем трубопроводного транспорта и природной среды. – Наука и технология углеводородов. –№6, 2000.

14. Опасные геологические процессы в районе работ по проекту «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани ЛТД». Дополнение к ОВОС. – г. Южно-Сахалинск, 2002.

15. Анисимов О.А., Лавров С.А. Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК. – Технологии ТЭК (3), 2004. С. 78-83.

16. Оценочный отчет. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования (под ред. Анисимова В.О.). – М.: ОМНО «Совет Гринпис», 2010.

17. Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России. – Метеорология и гидрология, 2002. –№ 6. – С. 15-22.

18. Вартанова О.В. Методические подходы к оценке надежности и экологической безопасности промысловых трубопроводов. – Нефтяное хозяйство, 1998. – № 11. С. 47-48.

19. Николаев Н.Н. Основные причины возникновения аварийных отказов на магистральных трубопроводах. – Нефть и газ. Известия ВУЗов, Тюменский государственный университет. – 1999. – № 2. – С. 77-81.

20. Оберман Н.Г., Шеслер И.Г. Прогнозирование деградации многолетнемерзлых пород (на примере Европейского Северо-Востока страны). – Разведка и охрана недр. – 2009. – № 7. – С. 20-30.

21. Павлов А.В. Мерзлотно-климатический мониторинг России: методология, результаты наблюдений, прогноз. – Криосфера Земли. – 1997. – № 1. С. 47-58.

Разработка комплекса природоохранных технологий обезвреживания отходов нефтегазовой отрасли

Л.А. Марченко, Д.Р. Шпербер, Е.Р. Шпербер,
А.А. Марченко, Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет

Решение проблемы обращения с нефтесодержащими отходами является важной экологической и экономической задачей, для решения которой требуется разработка нового комплексного подхода и современных технологических решений. Отходы нефтепереработки и нефтедобычи значительно отличаются между собой по составу и физико-химическим свойствам. Интерес представляет поиск технологий, позволяющих вернуть полезные компоненты отходов в ресурсооборот.

Нефтешламы нашли применение в топливной индустрии в качестве сырья для получения топлива в виде мазутов или производства брикетированных топливных материалов. Использование нефтеотходов в виде добавки или связующего к другим компонентам топлива не должно снижать теплотворную способность топлива и повышать его зольность. В связи с этим нефтяные шламы должны иметь высокое содержание органической составляющей (от 60 до 90 мас. %), низкую влажностью (в среднем 10 мас. %) и незначительное количество механических примесей (от 5 до 14 мас. %) [1]. Современной тенденцией развития способов получения топливных композиций на основе отходов нефтепереработки является улучшение эксплуатационных характеристик топлив, расширение возможности утилизации отходов различного происхождения. Использо-

вание отходов в топливной промышленности не только способствует улучшению экологической обстановки, но и позволяет расширить сырьевую базу для производства углеводородных топлив.

Из отечественных технологий наибольшее распространение получила технология переработки углеводородного слоя нефтешламонакопителей методом компаундирования с тяжелыми углеводородными фракциями с получением котельного топлива и компонента товарной нефти. Технология позволяет получать стабильные топливные композиции с частицами водной фазы и механических примесей, равномерно диспергированных в нефтепродукте. Оптимальное соотношение смеси «нефтешлам – товарная нефть»: от 1/6 до 1/10. Достоинством этого метода является отсутствие вторичных отходов и возможность использования несложного и недорогого отечественного оборудования. К недостатку следует отнести невозможность утилизации таким способом всех слоев шламонакопителя, в частности донного осадка и загрязненного нефтепродуктами грунта [2].

Известны способы получения составных топливных композиций с использованием в качестве одного из компонентов продукта переработки нефтесодержащих отходов [3], топливную композицию получают путем смешения нефтешлама с тяжелой нефтяной фракцией. Для повышения стабильности топливной композиции перед смешиванием от нефтешлама отделяют грубые механические примеси и воду, после чего подготовленный нефтешлам подвергают эмульгированию и нагреву до 70-80 °С. Однако такой способ получения топливной композиции обеспечивает недостаточно высокий процент утилизации нефтесодержащих отходов (в топливную композицию вовлекается лишь до 60 % нефтешлама), а полученное таким способом топливо имеет нестабильные характеристики вследствие нестабильности характеристик исходных нефтесодержащих отходов.

В соответствии с [4], топливную композицию получают путем смешивания первичного топлива (мазута), со вторичным топливом – смесью ловушечной нефти и нефтешлама после трехступенчатого обезвоживания и с остатком ректификации ловушечной нефти и нефтешлама после двухступенчатого обезвоживания, выкипающим при температуре выше 200 °С. При этом способ предполагает разделение полученной смеси на нижний водный слой и верхний слой, представляющий собой целевой продукт – топливную композицию. Такой способ предполагает предварительную ректификацию исходного продукта переработки нефтесодержащих отходов, а также нагрев исходного мазута до достаточно высокой температуры (90 °С), что требует значительных энергозатрат на получение топливной композиции по этому способу. Кроме того, в результате осуществления указанного способа образуются продукты ректификации, выкипающие при температуре до 200 °С, и отстоявшиеся нефтесодержащие воды, и таким образом данный способ не обеспечивает высокого процента утилизации нефтесодержащих отходов.

Заслуживает внимания способ получения топливной композиции, одним из компонентов которой является вторичное топливо, полученное из нефтесодержащих отходов, а именно топливный экологический композит (ТЭК) [5]. Согласно ему, при получении топлива из нефтесодержащих отходов отстаивание (расслоение) смеси производят в два этапа. На первом этапе осуществляют первичное расслоение путем нагрева до 60 °С с последующим охлаждением до 25-30 °С и отделением верхней фракции, представляющей собой водотопливную эмульсию, содержащую преимущественно нефтепродукт. На втором этапе проводят вторичное расслоение отделенной водотопливной эмульсии путем нагрева и отстаивания до 60 °С с последующим охлаждением до 25-30 °С и отделением нефтепродукта, после чего отделенный нефтепродукт подвергают последовательно двум или более операциям сепарирования. Для более легкого и быстрого разделения на фракции при вторичном расслоении к водотопливной эмульсии добавляют деэмульгаторы марок СНПХ. Полученное описанным выше способом вторичное топливо (ТЭК) смешивают с первичным топливом (продуктами первичной переработки нефти). Топливная композиция, содержащая в качестве одного из компонентов ТЭК, может быть использована как обычный мазут, например, в качестве топлива для судовых дизелей или печного топлива. Добавление ТЭК к первичному топливу приводит к снижению себестоимости топлива, поскольку ТЭК является значительно более дешевым компонентом, чем первичное топливо. Однако для удешевления топлива количество ТЭК в составе топливной композиции не должно превышать 10 %. Кроме того, процесс получения ТЭК осложняется необходимостью постоянного контроля содержания воды. При превышении массовой доли воды в отделенном нефтепродукте требуется проведение дополнительных стадий сепарации.

На наш взгляд, предлагаемый нами способ является перспективным в данном направлении и способен решить экономические задачи:

1. *Методика приготовления лабораторного образца топливной композиции из донных отложений нефтяных резервуаров*: 30÷70 г (30÷70 %) массовых донных отложений нефтяных резервуаров нагревали до 80 ^{o}С и смешивали в стеклянной колбе объёмом 200 мл, снабженной скоростной мешалкой, с предварительно нагретым до 90 ^{o}С мазутом М-100 в количестве 20÷67 г (20÷67 %) масс. и 3÷10 (3÷10 % масс.) побочного продукта переработки сланцевого масла – полимеров, растворимых в гудроне, и перемешивали при этой температуре в течение 35 минут и далее испытывали.

2. *Методика изготовления экспериментального (промышленного) образца топливной композиции из донных отложений нефтяных резервуаров:*

3000÷7000 кг (30÷70 %) массовых донных отложений нефтяных резервуаров объемом 20 м^3 нагревали до 80 ^{o}С и смешивали в резервуаре, снабженном скоростной мешалкой, с предварительно нагретым до 90 ^{o}С

мазутом М-100 в количестве 2000÷6700 кг (20÷67 % масс.) и 300÷1000кг (3÷10 % масс.) побочного продукта переработки сланцевого масла – полимеров, растворимых в гудроне, и перемешивали при этой температуре в течение 35 минут.

Технологическая схема по приготовлению топливной композиции, представлена на рис. 1.

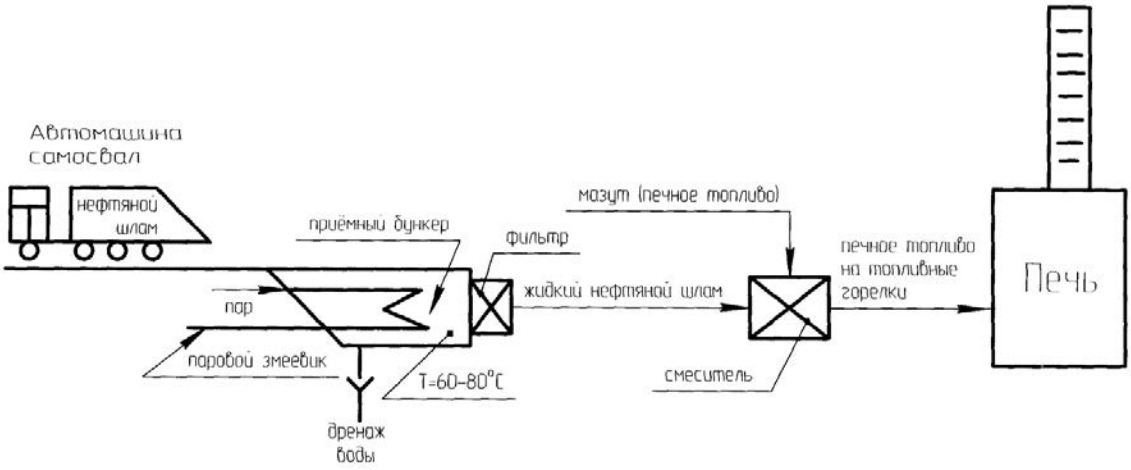


Рис. 1. Схема приготовления топливной композиции

Донные отложения нефтяных резервуаров самосвалом доставляются и выгружаются в приемный бункер, оборудованный паропроводом котельной. Донные отложения нефтяных резервуаров при температуре 60-80°С плавятся, проходят через приемный фильтр, через который удаляются механические примеси, поступают в смеситель, где смешиваются с мазутом (котельным топливом), стабилизатором и подаются на горелки печи.

3. Методика испытаний лабораторного образца

Анализ образцов топливной композиции. Вязкость условную образцов топливной композиции $ВУ_{80}$ определяли по ГОСТ 6258-85, теплоту сгорания – по ГОСТ 21261-92, температуру застывания – по ГОСТ 20287-92.

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что при введении в топочный мазут донных отложений нефтяных резервуаров и стабилизатора с одной стороны наблюдается ухудшение такого показателя качества топливной композиции, как температура застывания, с другой стороны при увеличении доли нефтяного шлама увеличивается теплотворная способность композиции.

Предлагаемое нами топливо для котельной имеет высокую стабильность (не расслаивается и не образует осадка в течение 377-381 дней, в то время как топливная композиция по прототипу расслаивается через 150-200 дней). Следует отметить, что, несмотря на повышенное содержание воды 2-7 % (по ГОСТ 10585-75 на товарный мазут М 100 ее должно быть не более 1 %), процесс горения в котельной полученного топлива не отли-

чается от процесса горения стандартного котельного топлива, но себестоимость его выгодно отличается от известных аналогов.

Таблица 1

Физико-химические характеристики стабилизатора топливной композиции.

Наименование характеристики полимера	Значение
Молекулярная масса	5000-7000
Содержание серы, % не более	0,05%
Растворимость	Растворимы в тяжелых нефтяных фракциях

Таким образом, данная идея, входящая в комплекс природоохранных технологий обезвреживания отходов нефтегазовой отрасли является перспективной и открывает возможности поиска новых решений в данном направлении.

Литература

1. Ручкинова О.И. Экологические технологии: обзор основных направлений использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья // Инженерная экология, 2004. – №1. – С. 2-17.

2. Магид А.Б., Купцов А.В., Расветалов В.А. Установка утилизации нефтешламов и ловушечных продуктов к компаундированием в топочный мазут // Экологические технологии в нефтепереработке и нефтехимии: Материалы научно-практической конференции (г. Уфа, 8 октября 2003 г.). Доклады отраслевого совещания по экологии (г. Москва, 5 июня 2003 г.). – Уфа: Издательство ГУП ИНХП РБ, 2003. – С. 104-106.

3. Способ получения топливной композиции: пат. 2078119 Российская Федерация. № 95100099/04; заявл. 05.01.1995; опубл. 27.04.1997, 3 с.

4. Состав судового высоковязкого топлива: пат. 2084494 Российская Федерация. № 95118797/04; заявл. 31.10.1995; опубл. 20.07.1997, 5 с.

5. Способ получения топлива из нефтесодержащих отходов, топливо, полученное этим способом, способ получения топливной композиции и топливная композиция, полученная этим способом: пат. 2180909 Российская Федерация. № 2001105726/04; заявл. 22.02.2001; опубл. 27.03.2002, 10 с.

Техносферная безопасность в Тюменском государственном нефтегазовом университете*

В.Н. Пермяков, В.Г. Парфенов
Тюменский государственный нефтегазовый университет

Тюменский государственный нефтегазовый университет, являясь профильным высшим учебным заведением нефтегазового направления, осуществляет подготовку и переподготовку специалистов для геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа, а также их транспортировки, хранения и переработки. В университете реализуется образовательная программа по направлению «Техносферная безопасность» по подготовке магистров 280700.68 и бакалавров 280700.62. Подготовку инженерно-технических работников (ИТР) всех специальностей университета по дисциплинам «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» осуществляет кафедра техносферной безопасности. В составе научно-исследовательских и конструкторских работ разрабатываются специальные разделы по техносферной безопасности

На современном этапе развития России в ее высшей национальной образовательной системе все большее отражение находят положения Болонской декларации, в частности:

– трехуровневая система высшего образования;

– академическая мобильность студентов и профессорско-преподавательского состава;

– контроль качества образования.

В настоящее время в Тюменском государственном нефтегазовом университете для обеспечения техносферной безопасности в отраслях ТЭК ведется подготовка и переподготовка специалистов для нефтегазового комплекса. Кроме этого в составе научно-исследовательских и конструкторских работ разрабатываются специальные разделы по техносферной безопасности.

Ведутся работы по внедрению интегрированной системы менеджмента в соответствии со стандартами ISO 14001 и OHSAS 18001.

Для реализации образовательных задач в области техносферной безопасности в ТюмГНГУ открыто направление «Техносферная безопасность» по подготовке магистров 280700.68 и бакалавров 280700.62 профилей:

– безопасность технологических процессов и производств;

---

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 228-230.

– охрана природной среды и ресурсосбережение;
– пожарная безопасность;
– защита в чрезвычайных ситуациях.

Подготовку инженерно-технических работников (ИТР) всех специальностей университета по дисциплинам «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» осуществляет кафедра техносферной безопасности, где работают 1 член-корреспондент РАН, 4 доктора и 15 кандидатов наук.

Кафедрой реализуется программа непрерывной подготовки специалистов по техносферной безопасности для отраслей экономики, в частности, топливно-энергетического комплекса, которая состоит из трех основных этапов: довузовского, вузовского и послевузовского образования.

Основные направления профессиональной деятельности наших выпускников по техносферной безопасности:

– производственно-технологическое: мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов, разработка, эксплуатация, совершенствование оборудования и специальных программ;

– организационно-управленческое: оценка затрат, связанных с защитой окружающей природной и производственной среды, производственный экологический контроль, работа в природоохранных органах и органах надзора за экологической безопасностью, участие в работе органов государственного и ведомственного надзора и контроля за безопасностью технологических процессов и производств, организация деятельности по охране труда на предприятиях;

– научно-исследовательское: анализ характеристик источников загрязнения веществ, создание теоретических моделей прогнозов воздействия производства на окружающую природную и производственную среду, проведение исследований в области разработки новых технологий, оборудования и средств защиты**;**

– оценка состояния и продление ресурса нефтегазохимических и других потенциально опасных объектов;

– разработка разделов «Охрана окружающей природной среды» в обоснованиях инвестиции и проектах, разработка технических условий, регламентов и инструкций;

– проектно-конструкторское: определение зон повышенного техногенного риска, выбор систем защиты человека, оформление проектно-конструкторской документации средств защиты и составление раздела «Безопасность оборудования и технологических процессов»;

– обеспечение безопасного функционирования предприятий и организаций в условиях производственных конфликтов и чрезвычайных ситуаций;

– разработка и экспертиза деклараций промышленной и пожарной безопасности;

– разработка паспортов безопасности объектов и территорий;

– осуществление экспертиз по безопасности и экологичности технических проектов, промышленных предприятий и производственного оборудования.

Успешному трудоустройству наших выпускников и их адаптации на рабочем месте способствуют навыки, полученные при:

– выполнении хоздоговорных работ с производственными предприятиями, в частности, по разработке планов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и деклараций промышленной безопасности;

– участии в работе научно-практических конференций и семинаров, проводимых совместно с производственными предприятиями и организациями.

Энергетическое использование отходов сельскохозяйственного производства для получения альтернативного топлива

В.И. Кормилицын, А.Н. Жидков, С.П. Манчха
Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»

Постоянно возрастающая стоимость углеводородных топлив, принятие международными организациями и правительствами стран решений об охране природной окружающей среды требуют от производителей разрабатывать и применять технические решения для повышения технико-экономической эффективности и экологизации промышленных технологий. Это в полной мере относится к энергетической утилизации отходов сельскохозяйственного производства, т.к. зачастую они составляют значительную долю всего урожая. К настоящему времени уже накоплен определенный опыт приготовления топлив из различных отходов [1-5]. Настоящая статья посвящена энергетической утилизации и огневому обезвреживанию мелассы свекловичной обедненной в смеси с жидким стандартным топливом (печное топливо, дизельное топливо и т.д.), из которых приготавливается новое альтернативное композитное топливо в виде топливной эмульсии.

В качестве альтернативы традиционным технологиям подготовки жидких энергетических топлив в топках котлов разрабатываются различные способы воздействия на физико-химические свойства смеси исходных компонентов композитного топлива. Основная цель перед вновь создаваемым композитным топливом ставится:

– составление его рецептуры с меньшими затратами дефицитных и наиболее дорогих компонентов;

– создание композитного топлива с приемлемыми теплотехническими и экологическими характеристиками при использовании в качестве топлива для энергетических установок;

– приготовление топлива с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами.

Меласса свекловичная обедненная (МСО) является продуктом переработки сахарной свеклы и обладает следующими свойствами:

1. Меласса свекловичная обедненная представляет собой маловязкий жидкий продукт темно-коричневого цвета. При повышении температуры от 20 до 80 ^{o}C кинематическая вязкость мелассы снижается с 51,74 до 5,44 сСт.
2. Исследуемый продукт отличает высокая зольность 16,13 %. В составе золы преобладают низкоплавкие компоненты: натрий, калий.
3. Плотность мелассы – 1,313 г/см^3
4. Элементный состав мелассы состоит из углерода, водорода, кислорода, азота, серы. Ванадий отсутствует. Высокое содержание натрия и калия – в сумме 4,48 %. Содержание серы в мелассе составляет 0,118 %, в связи, с чем при сжигании не следует ожидать проблем связанных с образованием оксидов серы.
5. Теплота сгорания исследуемого продукта составляет 1850,00 ккал/кг, что относит его к низкокалорийным топливам.
6. При повышении температуры выше 600 ^{o}C образующийся зольный остаток начинает переходить в жидкую фазу и сублимироваться. Поэтому при использовании мелассы необходимо учитывать, что ее зола, в основном, состоит из низкоплавких соединений натрия и калия.

Вследствие того, что МСО является низкокалорийным топливом, ее использование в качестве жидкого котельного топлива не целесообразно. Подготовка композиционного топлива на основе простого смешения мелассы с дизельным топливом не дает положительного результата: получается смесь, после интенсивного перемешивания которой, происходит мгновенное расслоение ее на исходные компоненты.

В целях обеспечения необходимых физико-химических свойств, теплотворной способности, температуры вспышки и воспламенения, плотности. Вязкости для вновь создаваемого жидкого композитного топлива на основе мелассы свекловичной обедненной с добавками дизельного или печного топлива для надежного экономичного сжигания топлива в топках котлов с одновременным недопущением загрязнения окружающей природной среды. Рассматривалось применение гидродинамической кавитационной обработки различного состава исходной смеси до состояния композитного топлива в виде топливной эмульсии.

Использование кавитаторов успешно зарекомендовало себя для подготовки жидких композитных топлив из различных компонентов, в том числе и из отходов с/х производства [8].

При кавитационной обработке изменения структуры и молекулярного состава углеводородов топлива подтверждаются экспериментальными исследованиями химии высоких энергий (акустической и гидродинамической теории кавитации, физики взрыва, механохимии, звукохимии и сонолюминисценции). Здесь основная проблема находится в инженерном решении выбора и создания топливоподготовительного устройства, отвечающего технико-экономическим требованиям надежной и безопасной работы энергетического оборудования в условиях промышленной эксплуатации.

В основу получения жидкого композиционного топлива на основе мелассы свекловичной обедненной с добавками дизельного или печного топлива, положено обеспечение в поточном канале локальных зон зарождения и развития кавитационных каверн (пузырьков), в которых возникают мощные импульсные процессы тепломассопереноса, струйные гидродинамические течения, а в зонах их схлопывания – ударные волны с градиентами локальных давлений и температур.

Всхлопывания (закрытия) кавитационных каверн (имеющих, как правило, кумулятивный характер) сопровождается мощными энергетическими процессами, приводящими к ионизации окружающих каверны молекулы углеводородов и воды, разрывам молекулярных связей, образованию свободных радикалов и в целом деструкции сложных углеводородов, их последующему химическому реагированию и образованию более «легких» углеводородов. Кавитационная обработка компонентов композиционного топлива обеспечивает получение тонкодисперсной высокогомогенной топливной эмульсии с размерами частиц 1-5 мкм, а также существенное измельчение частиц и сгустков исходных компонент в мелассе свекловичной обедненной. Микрокапли воды в мелассе свекловичной обедненной окружены сольватными оболочками поверхностно-активных веществ (природными эмульгаторами, находящимися в мелассе свекловичной обедненной). Это обеспечивает высокую стабильность эмульгированного кавитационным реактором композиционного топлива.

Проведенные сравнительные анализы исходной мелассы свекловичной обедненной и мелассы подвергнутой обработке показали, что кавитационная обработка раскрыла минеральный состав по ионам Cu^{2+},Pb^{2+},Cd^{2+},F^{-}, Cl^{-}, I^{-}, повысила pH с 8 до 9, а окислительно-восстановительный потенциал (Eh) снизился с +90 до -48 mv.

На первом этапе были проведены опыты получения топливных эмульсий на основе мелассы свекловичной обедненной и различных соотношений печного и дизельного топлива, для которых были определены дисперсионные характеристики, стабильность, температуры вспышки и воспламенения, характер процесса сжигания в факеле при подаче композитного топлива через форсунку.

В ходе второго этапа были проведены натурные испытания по сжиганию подготовленных на первом этапе топливных эмульсий. Наилучшие

технико-экономические показатели, с нашей точки зрения, имеет композиционное топливо в соотношении 80 % массовых частей мелассы свекловичной обедненной и 20 % дизельного топлива.

Как следует из микроструктуры данного топлива, оно имеет тонкодисперсную (диаметр капель воды и твердых частиц мелассы свекловичной находится в диапазоне 1-3 мкм) и высокогомогенную структуру.

Процесс воспламенения и сжигания его в топливной ванне открытого тигля показал устойчивое горение, ровное (без разбрызгивания) горение композиционного топлива. Пламя имеет ярко-оранжевый цвет. Температура вспышки и воспламенения составили 108 °С и 112 °С соответственно.

Отмечена еще положительная сторона горения композиционного топлива на основе мелассы свекловичной обедненной и дизельного топлива. Она состоит в том, что, после принудительного гашения факела, кипения и разбрызгивания топлива не наблюдается. После повторного поджига топлива происходит устойчивое его горение в топливной емкости в открытом тигле при начальной температуре топлива в емкости 85 °С.

Проведены опыты по подготовке композиционного топлива на основе мелассы обедненной и дизельного топлива – 50 % МСО +50 % ДТ. Опыты показали устойчивое стабильное состояние и горение топлива и с этим соотношением исходных составляющих.

В процессе промышленной эксплуатации энергетического оборудования, в соответствии с текущими условиями по технико-экономическим и экологическим требованиям, возможна корректировка соотношения исходных составляющих композиционного топлива, и не исключается возможность добавления топливных присадок.

Литература

1. Кормилицын В.И., Догадин Г.С., Хренов С.И., Горр Д.А., Панюшкин А.В., Головацкий А.А. Технология приготовления топливных гранул из смеси торфа и вторичного сырья. – Вестник Московского энергетического института, 2011. – №5. – С. 9-14.

2. Кормилицын В.И., Манчха С.П. Utilisation energetigue des margines Lors de la conjointe avec le combustible aux des chaudieres pour centrals electrigues. Сборник докл. межд. конференции, Алжир, 2004. – С. 23.

3. Кормилицын В.И., Горр Д.А., Догадин Г.С., Мирзабекян Г.З., Хренов С.И. Приготовление и сжигание альтернативного топлива. Вестник Московского энергетического института, 2012. – №3. – С. 5-8.

4. Кормилицын В.И., Лунин А.И., Пономаренко И.С., Аксенов Д.А. Решение экологических проблем и повышение энергетической эффективности региональной энергетики за счет использования местных топлив. Энергосбережение и водоподготовка, 2012. – №6. – С. 12-15.

5. Комплексная энерготехнологическая линия по переработке бытовых, древесных, сельскохозяйственных и промышленных отходов. Кормилицын В.И., Аксенов Д.М., Лунин А.И., Пономаренко И.С. Патент на полезную модель № 132866 от 21.05.2012.

6. Кормилицын В.И., Фомин В.Н., Малюкова Е.Б. О волновом воздействии на композиции на основе углеводородов. Химическая промышленность, 2008. – №4.

7. Кормилицын В.И., Украинский Л.Е., Устенко И.Г., Чередов В.В., Юшков Н.Б. Разработка фундаментальных основ конструкций аппаратов проточного типа, реализующих эффекты нелинейной волновой механики, для получения высокодисперсных эмульсий, высокостабильных жидких смесей. Международная научная конференция «Колебания и волны в механических системах», Москва, 27-29 ноября 2012 г.: Тез. докл. – С. 28.

8. Кормилицын В.И., Ганиев С.Р., Бакурский А.В., Лосев С.В., Юшков Н.Б. Перспективность волновой технологии приготовления энергетических топлив. Международная научная конференция «Колебания и волны в механических системах», Москва, 27-29 ноября 2012 г.: Тезисы докладов, С. 43.

Исследования газодизеля как экологически безопасного источника механической энергии

И.Ф. Анисимов, С.Ф. Чернобрисов, А.В. Димогло
Приднестровский государственный
университет имени Т.Г. Шевченко

В связи с интенсивным развитием промышленности и техническим перевооружением аграрного сектора существенное значение приобретает состояние экологии в зонах производственной деятельности людей. По данным системы комплексного фонового мониторинга, в конце восьмидесятых годов интенсивность выпадения с жидкими и твердыми осадками бисульфатной серы и азотозагрязняющих веществ, наиболее вредно влияющих на растительность, животный мир, находилась (в пересчете на азот и серу) соответственно в пределах от 2,5 кг до 20кг и от 3 до 15 кг на 1 га с.-х. угодий.

Суммарные годовые выбросы оксидов азота и серы и оксида углерода(II) тракторами и самоходными машинами, работающими в сельском хозяйстве, составляют заметную долю в суммарных выбросах этих веществ в атмосферу (соответственно 25,2 и свыше 1 %). В табл. 1 приведены результаты расчета годовых выбросов загрязняющих веществ (в пересчете на

азот и серу), выпадающих на 1 га обрабатываемых с.-х. угодий, а также максимальных выбросов в течение суток. Выбросы промышленных предприятий определяли по средней годовой интенсивности выпадения азота и серы; число дней в году, во время которых выпадают осадки, принято по данным Госметеослужбы равным 55 (промышленные загрязнения попадают в атмосферу на достаточно большой высоте, разносятся воздушными потоками на многие сотни, а иногда и тысячи километров и выпадают на землю вместе с осадками). Выбросы автотранспорта происходят над поверхностью земли и в большей своей части оседают в пределах населенных пунктов и вдоль автомагистралей; в данном расчете их не учитывали. Плотность большинства оксидов (после охлаждения) существенно превышает плотность воздуха [оксид азота (IV) тяжелее воздуха в 1,58, а оксид серы (IV) – в 1,26 раза]. Выпадение оксидов азота и серы, выбрасываемых в атмосферу вместе с отработавшими газами дизелей тракторов и самоходных сельхозмашин и оседающих на почву, рассчитывали с учетом производительности тракторов и сельхозмашин, развиваемой ими мощности и расхода дизельного топлива, определенных по технологическим картам возделывания различных с.-х. культур. [3]

Таблица 1

Загрязняющие вещества	Удельные выбросы (в пересчете на азот и серу), приходящиеся на 1 га обрабатываемых с.-х. угодий	
	годовые кг/га - гол	максимальные суточные, г/га-сутки
Оксиды		
азота	3-15/2	55-275/269-500
серы	2,5-20/0,9	45-365/14-27

Примечание:

1. В числителе приведены выбросы промышленных загрязнений, в знаменателе – выбросы от тракторов и самоходных сельхозмашин.

2. Максимальные суточные удельные выбросы загрязнений определяли при работе тракторов и сельхозмашин на следующих энергоемких операциях: вспашка; прямое комбайнирование при уборке хлебов; скашивание кукурузы на силос; уборка сахарной свеклы.

Как следует из табл. 1, годовые удельные выбросы промышленных загрязнений оказались значительно выше, чем от тракторов и сельхозмашин. Максимальные же суточные удельные выбросы загрязнений азотом от тракторов и сельхозмашин на многих энергоемких операциях, в первую очередь при вспашке и уборке с.-х. культур, в несколько раз превосходят суточные выбросы промышленных загрязнений.

В отечественной и зарубежной научно-технической литературе нет каких-либо нормативов на предельно допустимое загрязнение почвы такими веществами, как оксиды азотов и серы, углеводороды, бензапирен, содержащимися в отработавших газах дизелей. Вместе с тем известно, что почва является основным хранилищем загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Она обладает значительной сорбирующей способностью по отношению к оксидам азота и серы, причем скорость выведения из атмосферы оксида азота (IV) несколько меньше, чем оксида серы (IV). Легкие углеводороды, в частности этилен, также легко выводятся из атмосферы. В то же время многие загрязняющие вещества, попадая в почву, сохраняются в ней длительное время. Так, содержание бензапирена в почве (на глубине 10 см) в течение весенне-летнего периода увеличилось на 2,2-3,5 мкг/кг.

Не нормируют также на международном или государственном уровне концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вне населенных пунктов; между тем именно этот воздух поступает в кабины тракторов или других самоходных машин и именно в этой среде развиваются с.-х. культуры.

Как известно, основным городским транспортом в Москве и других крупных городах стали автобусы и маршрутные такси, оснащенные дизельными двигателями. Но большое количество таких автобусов и легкового автотранспорта существенно ухудшает экологическую обстановку. Так, например, 1 т сожженного дизельного топлива дает около 20 кг одной только сажи, не говоря уже об остальных вредных веществах (угарный газ, углеводороды, оксиды азота).

Выход есть – перевод значительной части транспорта с дизельными двигателями на газодизельный процесс работы. Эта система обеспечивает работу дизеля на сжатом природном газе по газодизельному циклу.

По мощностным показателям современные газодизельные двигатели превосходят бензиновые и дизельные, а по расходу топлива не уступают дизелям. Кроме того, двигатели, работающие на газе, более износостойки и в 2 - 3 раза меньше расходуют картерного масла. Стоимость газа намного ниже бензина и даже дизельного топлива. В качестве моторного топлива 1м^3 природного газа заменяет 1 л бензина или дизельного топлива. Необходимо отметить, что стоимость 1 м^3 природного газа в 2 раза ниже стоимости дизтоплива и бензина.

Внедрение такой технологии повысит надежность топливного обеспечения автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники в условиях постоянно растущего дефицита нефтепродуктов, увеличит ресурс двигателей на 30-40% и снизит токсичность выхлопных газов в 2 - 3 раза.

В газодизелях подача газа осуществляется во впускной трубопровод, где он успевает образовать до момента воспламенения гомогенную смесь с воздухом и с остаточными газами, что позволяет полностью использовать воздушный заряд. Дизельное топливо, впрыснутое непосредственно перед

воспламенением и в процессе горения образует гетерогенную смесь. Определенная доля газа ухудшает условия самовоспламенения дизельного топлива. В результате приведенных факторов возрастает период задержки самовоспламенения. Продолжительность этого периода в значительной мере определяет скорость нарастания давления при сгорании обоих топлив, т.е. плавность работы двигателя.

Попытки теоретического расчета периода задержки воспламенения, как функции температуры, давления и энергии активации представляются в основном показательными функциями. Основное влияние оказывает теплонапряженность двигателя.

Профессор А.И. Толстов, основываясь на анализе индикаторных диаграмм одиннадцати различных быстроходных двигателей с самовоспламенением [1], предложил общую формулу для определения задержки воспламенения δ в зависимости от давления и температуры воздуха, частоты вращения двигателя и свойств топлива

$$\delta = \beta_0 (T/P)^m \cdot (1 - k \cdot n) \cdot e^{E/RT}$$

где P, T – среднее давление и температура воздуха за период δ;

n – частота вращения двигателя;

E – энергия активации;

R – газовая постоянная;

m, k, и β_o – опытные коэффициенты.

Используя данное выражение нами произведен теоретический расчет периода задержки воспламенения в конвертируемом дизеле серии СМД.

В результате теоретических исследований получен ряд кривых, представляющих показательные функции зависимости периода задержки воспламенения от температуры свежего заряда воздуха для разных углов момента опережения впрыска (рис.1).

На интенсивность крутизны кривых влияют как угол опережения впрыска φ, так и температура свежего заряда T_0.

Диапазон периода задержки воспламенения для быстроходных двигателей, к которым относятся и тракторные дизели, по данным профессора О.И. Вырубова [2] составляет $0{,}5 \ldots 2 \cdot 10^{-3}$ секунд. На полученных теоретических кривых рис. 1 этот диапазон отмечен заштрихованной поверхностью. Диапазон характеризуется наибольшей крутизной кривых, что свидетельствует о быстром переходе от почти стабильного значения периода задержки воспламенения δ к нестабильному (резко меняющемуся). Решающую роль такого резкого перехода в указанных зонах играет температура свежего заряда, а каждому моменту опережения впрыска – свои температурные пределы.

В зоне высоких температур момент впрыска топлива оказывает незначительное влияние на период задержки воспламенения и для значения углов впрыска 0 °, 10 ° и 15 ° величина δ весьма незначительна. По мере

увеличения угла впрыска (20 º, 25 º, и т. д.) начинает возрастать значение δ даже в зоне высоких температур.

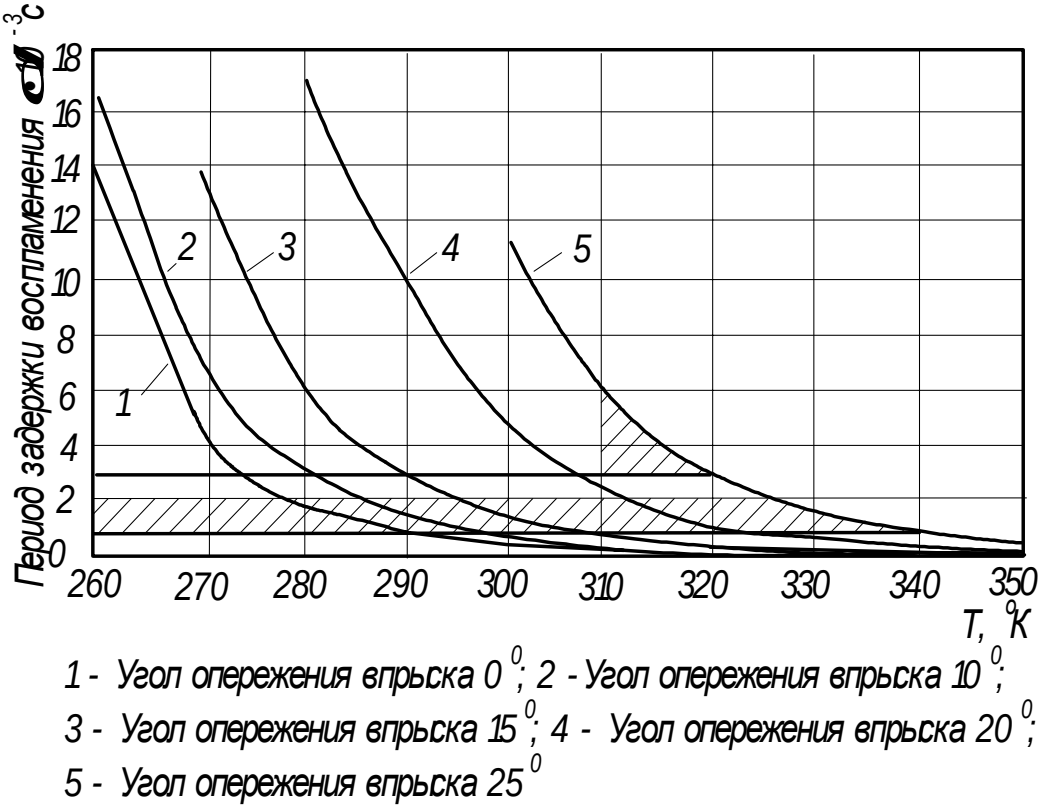


Рис. 1. Зависимость периода задержки воспламенения от температуры свежего заряда

В области низких температур свежего заряда период задержки воспламенения растет стремительно и быстро может достичь момента, когда дизельное топливо не будет воспламеняться.

Для рассчитываемого двигателя СМД момент начала подачи топлива равен 18 º…20 º поворота коленчатого вала двигателя до прихода поршня в ВМТ, следовательно, момент впрыска находится примерно около 20 º. Период задержки воспламенения для 310ºС уже приближается к верхнему пределу $2 \cdot 10^{-3}$ С, характерному для быстроходных двигателей, а при 350 ºС – к нижнему пределу $0{,}5 \cdot 10^{-3}$ С. Выход за верхний предел приведет к большой задержке периода воспламенения и как результат, к жесткой работе двигателя, а выход за нижний предел – увеличит давление вспышки.

Поэтому температура свежего заряда двигателя оказывает решающее влияние на процесс сгорания топлива и, соответственно, не только на мощностные и экономические показатели работы двигателя, но также и на прочностные его параметры.

С уменьшением угла опережения впрыска период задержки самовоспламенения уменьшается. Кривые, соответствующие углу впрыска 0º, 10º и 15 º, имеющие, расположенные на графике под одним и тем же значением δ, располагаются левее, т.е. в зоне более низких температур.

Более позднему углу впрыска соответствует меньший период задержки самовоспламенения при одном и том же значении температуры свежего заряда.

Такое явление объясняется ростом давления при подходе поршня к ВМТ. Однако при слишком малом значении угла опережения впрыска возрастает период догорания, что приводит в конечном итоге к снижению мощностных и экономических показателей двигателя.

В двигателях с газодизельным процессом небольшая доля дизельного топлива 10…15 % от общего заряда всего топлива впрыскивается за короткий промежуток времени (отсечка в плунжерной паре ускоряется), что позволяет уменьшить угол опережения впрыска. В этот период температура и давление – высокие, а малое количество топлива успевает воспламениться и сгореть полностью. Таким образом, I фаза (период задержки воспламенения) сокращается и в цилиндр двигателя поступает все дизельное топливо. Во II фазе (период нарастания давления) сгорает все дизельное топливо и от него воспламеняется газ, температура воспламенения которого в 2…2,2 раза выше, чем у дизельного топлива. Наличие многих очагов горения и предварительная подготовка молекул газа к реакции способствует тому, что процесс сгорания происходит полностью во II фазе и горение в III фазе (догорание) должно практически отсутствовать. Сгорание всего топлива во II фазе может привести к увеличению максимального давления вспышки и, как результат, к жесткой работе двигателя.

Повышение температуры и давления в начале II фазы способствует ускорению теплообменных процессов, интенсификации химических реакций и совместно приводит к сокращению подготовки частиц газа к быстрому вовлечению его в процесс сгорания.

Для газа период задержки воспламенения совпадает со II фазой сгорания дизельного топлива. Реальную картину влияния данного явления на весь процесс сгорания может прояснить только индикаторная диаграмма, снятая опытным путем.

Экологическими составляющими газодизельных двигателей в начале 21 века, делающим преимущества газового моторного топлива неоспоримыми являются:

- сокращение расхода быстро истощающихся ресурсов;
- значительно меньшими выбросами в воздух загрязняющих веществ двигателями, работающими на газе, чем использующими нефтяные топлива;
- снижением выброса тепличных газов.

Природные ресурсы метана на порядок превышают запасы нефти. В случае применения природного газа в качестве моторного топлива, практически вся добываемая из недр нефть может быть использована по другому назначению. Расчеты показывают, что в случае перевода транспортных средств на газовое топливо, топливная безопасность человечества составит не меньше 200 лет. В то время, как ресурсы нефти могут истощить-

ся за 30 – 50 лет, то есть за очень короткий срок для перестройки энергоресурсной политики.

Снижение выброса загрязняющих веществ в атмосферу при применении газового топлива обеспечивается свойствами природного газа, что существенно повышает экологичность двигателей. Бензиновые двигатели в силу высокого значения предела обеднения (54 г топлива на 1 кг воздуха) вынужденно регулируются на богатые смеси, что приводит к недостатку кислорода в смеси и неполному сгоранию топлива. В результате в выхлопе такого двигателя может содержаться значительное количество угарного газа (CO), который всегда образуется при недостатке кислорода. В случае же, когда кислорода достаточно, в двигателе при сгорании развивается высокая температура (более 1800 ^{o}C), при которой происходит окисление азота воздуха избыточным кислородом с образованием окислов азота, токсичность которых в 41 раз превосходит токсичность CO – боевого отравляющего вещества. Кроме этих компонентов, в выхлопе бензиновых двигателей содержаться углеводороды и продукты их неполного окисления, которые образуются в пристеночном слое камеры сгорания, где охлаждаемые водой стенки не позволяют жидкому топливу испариться за короткое время рабочего цикла двигателя и ограничивают доступ кислорода к топливу. В случае применения газового топлива все указанные факторы действуют значительно слабее, в основном вследствие более бедных смесей. Продукты неполного сгорания практически не образуются, так как всегда есть избыток кислорода. Окислы азота образуются в меньшем количестве, так как при бедных смесях температура сгорания значительно ниже. Пристеночный слой камеры сгорания содержит меньше топлива при бедных газовоздушных смесях, чем при более богатых бензиновоздушных. Таким образом, при правильно отрегулированном газовом двигателе выбросы в атмосферу угарного газ оказываются в 5-10 раз меньше, чем у бензинового, окислов азота в 1,5 - 2,0 раза меньше и углеводородов в 2 - 3 раза меньше. Это позволяет соблюдать перспективные нормы токсичности автомобилей («Евро-2» и возможно и «Евро-3») при надлежащей отработке двигателей.

Литература

1. Толстов А.Ч. К теории рабочего процесса быстроходного двигателя с воспламенением от сжатия. Статья в сборнике № 18 ЦНИДИ – ВНИТОЭ, Машгиз, 1951.

2. Вырубов Д.Н. Смесеобразование в двигателях. Статья в сборнике «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания и их агрегатов», Машгиз, 1946.

3. Филимонов А.И. Концентрация в воздухе загрязняющих веществ, выбрасываемых тракторами и сельхозмашинами //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1993. – № 6.

Ресурсосберегающая и экологичная обработка поверхности сортового металлопроката как один из способов охраны окружающей среды

А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие биотехносферы в современном мире сопровождается угрозой глобального экологического кризиса, который может проявиться в деградации среды обитания человека за счет ее загрязнения техногенными отходами и оскудения невозобновляемых природных ресурсов. Грозящий экологический кризис приобретает характер общепланетарного и охватывает все звенья хозяйственной деятельности человека. Постоянный рост промышленного потенциала превращает деятельность человека в фактор, который соизмерим по воздействию на окружающую среду с геологическими факторами, а это связано с возможностью изменения природы планеты. Ведущую роль в усилении техногенного давления на биосферу оказывает промышленность. Грозящий экологический кризис возможно избежать, только изменив стратегию промышленного развития в направлении создания малоотходных технологий и совершенствования экологического образования специалистов. Очистка и утилизация отходов являются одним из основных направлением научно-технического прогресса, так как, с одной стороны, утилизация отходов является условием формирования техногенных кругооборотов веществ, с другой стороны, проблема сокращения загрязнений окружающей среды промышленными отходами весьма актуальна. Одной из серьезных проблем метизного и гальванического производств является вопрос переработки травильных растворов, постоянный рост которых может привести к необратимым экологическим проблемам на отдельно взятой территории. В работе показана возможность использования безотходной технологии при очистке поверхности от окалины и загрязнений сортового металлопроката для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: *металлопрокат, способ удаления окалины, электро-плазменная обработка, химическая утилизация растворов, регенерация кислотных растворов, экологичная обработка металлов, окружающая среда.*

Введение

Экологическое образование студентов Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева является важной составляющей в стратегии преодоления экологического кризиса в Нижегородском регионе. В силу этого, вопросы экологического образования и воспитания студентов приобретают достаточно серьезное значение. Основная задача такого образования состоит в том, чтобы актуализировать в

сознании будущих специалистов жизненно важную значимость существующих экологических проблем, предложить возможные пути их решения, заложить фундамент действительно грамотного их участия в практическом решении этих проблем, а также в рациональном использовании природных ресурсов. Достаточно большая роль в этом принадлежит кафедре «Промышленная безопасность и экология» НГТУ. В аудиториях и лабораториях кафедры проводится занятия со студентами, бакалаврами и магистрантами широкого спектра промышленных специальностей. В действующих программах и учебных пособиях по экологии и дисциплинам экологического направления, основной упор делается на формирование знаний, умений и навыков в области экологии. К сожалению, до сих пор отсутствуют учебники по промышленной экологии применительно к специфике ряда большинства отраслей промышленности. Сегодня трудно получить достойное экологическое образование без самостоятельной проработки специальной экологической литературы и организующей роли лекционного материала, а также кафедральных учебных пособий.

На кафедре «Промышленная безопасность и экология» ведется подготовка специалистов по безопасности технологических процессов производств (специальность 280102) по профилю «Техносферная безопасность», которая включает изучение дисциплины «Техногенная безопасность».

Цель дисциплины – формирование знаний у студентов об источниках химического загрязнения и влияния химических загрязняющих веществ на биосферу, а также способов защиты биосферы от химических загрязнений.

Специалист данной области должен знать виды химических веществ техногенного происхождения, поступающих в биосферу, их свойства, миграционную способность, биохимические циклы и влияние на отдельные компоненты природной среды, растения, животные организмы, а также вопросы, касающиеся предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Студент получает системные, обобщающие знания к изучению проблемы техногенного загрязнения окружающей среды. Специалисты, получившее высшее экологическое образование по безопасности технологических процессов производств на кафедре «Промышленная безопасность и экология», используют свои знания техногенной безопасности на многих предприятиях химической промышленности Нижегородской области и за ее пределами.

В данной работе приведены результаты исследования экологического воздействия на окружающую среду отработанных травильных растворов после очистки металла и предложен способ электронно-плазменной технологии очистки металлопроката.

К ряду метизных изделий для различных отраслей промышленности предъявляются повышенные требования к наличию поверхностных дефектов – глубина поверхностных дефектов, наличие обезуглероженного слоя и чистота поверхностного слоя [1-3].

Одним из основных способов удаления окалины с сортового проката является его химическое травление в растворах кислот при повышенных температурах [4,5]. Процесс очистки поверхности проката состоит из следующих операций: 1 – травление проката в растворе кислоты; 2 – промывка водой; 3 – фосфатирование; 4 – промывка водой; 5 – известкование или омыливание; 6 – сушка (рис. 1).

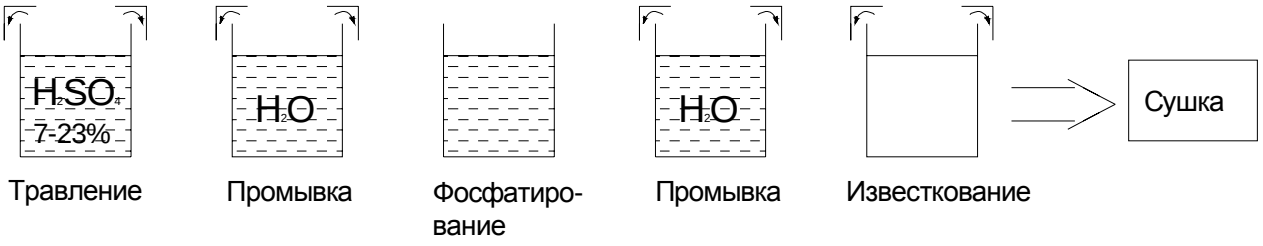


Рис. 1. Операции подготовки поверхности проката перед высадкой

Несмотря на относительную простоту и эффективность такого метода обработки, он имеет существенный недостаток, заключающийся в образовании вредных отработанных растворов. Химическая утилизация таких растворов достаточно трудоемка и связана с большими затратами материалов и энергии.

При травлении в растворах кислот теряется 0,5-2,5 % металла, а расход кислоты составляет 1,5-2,5 % от массы протравленного металла. При накоплении продуктов взаимодействия кислот с железом и другими компонентами, входящими в состав протравленного металла, раствор срабатывается и подлежит сливу.

Любые промышленные отходы, особенно содержащие тяжелые металлы, являются весьма опасными для окружающей среды, а поэтому их нейтрализация является чрезвычайно важной экономической и экологической задачей. Объем сточных вод, который образуется при промывке металла после операции травления, составляет 3,0 м³ на 1 тонну обработанного кислотой металла.

На современных производствах объемный расход промывных вод достигает 300 - 400 м³ в час. При сбросе в водоемы загрязненных сточных вод с перерабатывающих заводов резко увеличивается концентрация вредных веществ, значительная часть которых осаждается вблизи места выпуска.

На каждом производстве, использующее травление кислотами, практикуется регенерация травильных растворов, сущность которой заключается в том, что отработанный травильный раствор охлаждается до определенных температур, при которых происходит осаждение железного купороса [6].

Таким образом, в отработанном растворе уровень железного купороса понижается с 28 % до 5-6 %. После добавления в восстановленный кислотный раствор серной кислоты, регенерированный кислотный раствор с концентрацией H_2SO_4 от 20 до 24 % снова заливается в травильные ванны для травления металла.

Реконструкция кислотно-купоросных установок – дело весьма дорогостоящее. Так, например, ОАО «Северсталь» (г. Череповец) в 2005-2006 году на реконструкцию установок по регенерации соляно-кислотных стоков направило более 100 млн. рублей.

Травление углеродистых сталей производят в растворе, содержащем от 8 до 23 % серной кислоты, при температуре 60-80 ^{0}С в течение 15-90 минут, или в концентрированной соляной кислоте при температуре 20-30 ^{0}С в течение 5-30 минут. Продолжительность травления зависит от химического состава стали, состояния поставки (количества окалины на поверхности металлопроката) и концентрации раствора кислоты. С целью исключения «недотрава» или «перетрава» поверхности металла используют ингибиторы.

Во время травления образуются вредные выделения, которые удаляются через бортовые отсосы в течение всего технологического процесса. После травления для удаления травленого шлама и кислоты прокат промывается в горячей и холодной воде. Промывка в горячей воде производится при температуре 50-80 ^{0}С в течение 1-2 минут. Холодная промывка осуществляется под давлением 5-6 атм. в течение 1-2 минут.

Для нейтрализации остатков серной кислоты и уменьшения коэффициента трения при волочении прокат подвергается известкованию в растворе 3-5 % извести. При этом на поверхности проката должна быть сплошная пленка извести. Нейтрализацию кислоты можно производить в водном растворе мылом.

С целью предупреждения коррозии прокат после нейтрализации сушится при температуре 100^{0}С в течение 15 минут. Для повышения надежности сцепления смазки с деформированным металлом прокат покрывается подсмазочным слоем, способствующим снижению трения при холодной штамповке и повышению стойкости штампового инструмента.

В условиях реального производственного процесса травление представляет собой тяжелую, опасную и экологически вредную операцию. Все процессы происходят в емкостях, и прокат в бунтах или прутках постоянно переносится из одной емкости в другую. Обогрев травильных и других ванн постоянно производится горячим паром.

Так как каждая операция протекает при температурах 40-100 ^{0}С, то идет неизбежный процесс испарения, который сопровождается вредными запахами. Химический метод травления, кроме того, обладает низкой производительностью.

Существуют также механические способы удаления окалины – обработка поверхности металлопроката щетками, фрезами, дробью, абразив-

ными кругами и другие. Однако они также не решают проблемы полностью, так как не обеспечивают полное удаление окалины и снижают коэффициент использования металла. Данные методы также загрязняют окружающую среду и поэтому требуют использования фильтров.

Вышеуказанные способы удаления окалины с поверхности проката загрязняют окружающую среду и требуют использования фильтров или очистных сооружений. Вполне возможно попадание вредных веществ в водный и воздушный бассейны. Продолжительность травления при очистке химическим способом соответствует скорости 0,18 м/мин без учета затрат времени на вспомогательные и транспортные операции.

При дробеметной очистке чугунной колотой дробью скорость очистки колеблется в пределах от 0,6 до 1,5 м/мин, изменяясь в зависимости от толщины и прочности ее сцепления с поверхностью металла.

Использование совершенно новой электронно-плазменной технологии очистки металлопроката от окалины (ЭПО) позволяет сократить технологическую цепочку, исключив ряд операций, которые используют при травлении металла в растворах кислот и обеспечить экологичность производственного процесса во время очистки поверхности проката [7]. Применение технологий ЭПО может стать важным направлением технологического процесса по очистке поверхности проката.

Данный способ и устройство относятся к области очистки металлических поверхностей изделий в вакууме на различных этапах технологического процесса, в частности для удаления с поверхностей изделий оксидных пленок (окалины, ржавчины), технологических смазок, покрытий и других загрязнений, и могут быть использованы в металлообрабатывающих отраслях промышленности. Технология обеспечивает повышение качества очистки металлических поверхностей и предотвращение загрязнение окружающей среды. Способ очистки металлических поверхностей от загрязнений осуществляют путем воздействия на поступательное перемещаемое изделия дуговым разрядом в вакууме.

Физическая сущность электро-плазменной очистки заключается в том, что на поверхности металла происходит восстановление окалины и сублимация остальных загрязнений в результате взаимодействия с частицами плазмы [8]. Низкотемпературная плазма создается различными физическими источниками. При данной технологии очистки металлопроката от окалины используется плазмообразующий элемент специальной конструкции.

Особенность данной технологии заключается в том, что восстановление окалины на поверхности металла производится в плазмообразующем элементе низкотемпературной плазмой со степенью разрежения в диапазоне 10-0,001 мм рт. столба.

В процесс ЭПО заложен процесс хемосорбции, то есть поглощение вещества из паровой фазы или раствора поверхностью твердого тела, при котором между адсорбированными молекулами и поверхностными слоями

твердого тела возникает химическое взаимодействие. Восстановленные из оксидов металлы на очищенной поверхности создают прочные защитные пленки, которые в течение длительного времени предохраняют эту поверхность от дальнейшей коррозии (за счет восстановленного чистого железа). Они сохраняют это свойство и во влажной среде. Это одно из преимуществ электронно-плазменных технологий перед технологиями очистки кислотой, песком, дробью и др.

Кроме того, прочная защитная пленка прекрасно выполняет роль подсмазочного слоя, который наносят перед или после волочения (перед штамповкой). Слой пленки получается равномерным по толщине и надежно сцепляется с основным металлом. Это дополнительное преимущество электронно-плазменных технологий перед технологиями очистки кислотой, песком и дробью.

Материалы, обработанные технологий ЭПО, обладают высокой (в 2-3 раза выше, чем при использовании других способов очистки) адгезионной способностью. Удельные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния металла и решаемых задач составляют 0,3-0,6 квт·ч/м^2. Энергозатраты на обработку поверхности зависят от степени загрязненности поверхности, скорости обработки материала, площади обрабатываемой поверхности, а также химического состава металла. Стоимость очистки поверхности проката с применением ЭПО почти в 5-7 раз ниже, чем при использовании кислоты и 2-3 раза ниже, чем при использовании очистки дробью.

Максимальная скорость очистки металлопроката определяется только параметрами перемоточного устройства и прочностью проволоки. Скорость обработки тем выше, чем ниже температура испарения окислов очищаемого металла или сплава. Скорость очистки в проходных агрегатах в зависимости от вида проката и возможностью перемоточных устройств может достигать от 6,5 до 10 м/сек. Скорость очистки при ЭПО определяется также мощностью подводимой к рабочему электронно-плазменному модулю. Вредные выбросы в атмосферу при использовании ЭПО отсутствуют. Характер отходов следующий – H_2O, CO_2, O_2. Все это выносится в атмосферу, но объемы их очень малы. В процессе очистки 1 тонны металлопроката образуется лишь около 0,0001 м^3 вышеуказанных газообразных выбросов.

Практическая работа показала возможность реализации этой технологии путем создания не только однониточных агрегатов очистки металлопроката с производительностью очистки 1,5 - 2 тысяч в год, но и многониточных (6-12 ниток), формирующих мотки большой массы для последующей переработки их на станах при тех же режимах волочения, как и после травления. Две такие установки способны заменить травильную линию производительностью 150 тысяч тонн в год при производственных затратах в 4-5 раз ниже, чем при травлении [9]. Таким образом, процесс подготовки поверхности проката с нанесением подсмазочного слоя при элек-

тронно-плазменном способе состоит из одной операции – поступательное движение изделия металлопроката через плазмообразующий элемент со скоростью до 10 м/сек.

В реальных условиях процесс ЭПО представляет собой производительный и экологически чистый способ очистки металлопроката. Устройство для осуществления предлагаемого способа (рис. 2) содержит соленоиды, выпрямители, кольцевые пустотелые электроды, сварочные выпрямители, осцилляторы, дроссели, вакуумную камеру, систему вакуумирования и блок перемещения очищаемого металлопроката [10].

Установки, применяемые для технологии ЭПО, полностью автоматизированы, занимают небольшое пространство и отвечают требованиям охраны труда.

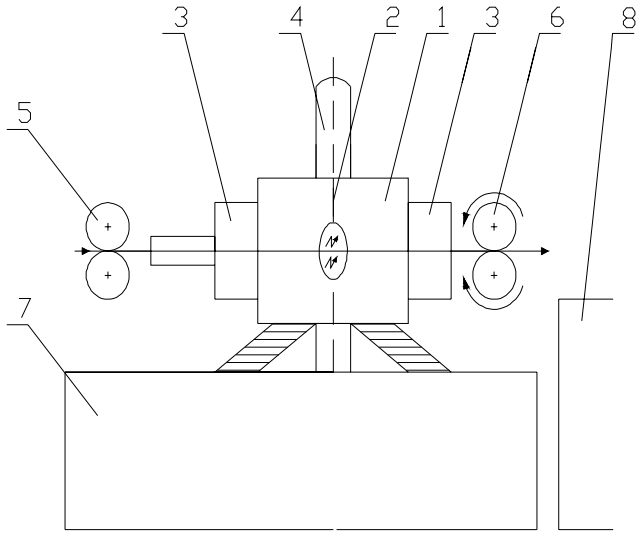


Рис. 2. Схема устройства для ЭПО металлопроката
1 – вакуумная камера; 2 – кольцевые пустотелые электроды; 3 – крышка вакуумной камеры; 4 – система вакуумирования; 5 – правильные ролики; 6 – протяжные ролики; 7 – рама; 8 – система электропитания (соленоиды, выпрямители, сварочные выпрямители, осцилляторы, дроссели)

Выводы

1. Применение электронно-плазменных методов очистки металлопроката позволяют обеспечить оптимальный состав окружающей рабочей среды после очистки проката.

2. При использовании ЭПО отсутствуют вредные выбросы в атмосферу в отличие от химической и механической очистки поверхности металлопроката.

3. Удельные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния и решаемых задач составляют 0,3-0,6 квт ч/м^2, что в 8,5 раз ниже, чем при очистки поверхности металла травлением с серной кислоте.

4. Высокая скорость очистки, глубокая очистка и активирование поверхности в условиях ЭПО обеспечивают высокую производительность обработки металлопроката.

5. Объем сточных вод при обработке ЭПО сокращается с 3,0 м³ до нуля на 1 тонну обработанного металла.

Литература

1. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Гущин А.А., Пачурин В.Г. Повышение качества поверхности стального проката под калибровку перед высадкой крепежных изделий // Заготовительные производства в машиностроении, 2007. – №3. –С. 51-53.

2. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Анализ поверхностных дефектов заготовок горячекатаного проката для холодной высадки метизов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2008. –№ 5. – С. 35-37.

3. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Изготовление калиброванного проката под холодную высадку крепежных изделий из стали 38ХА без обточки поверхностных дефектов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2009. – № 1. – С. 32-36.

4. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Экономичная технология подготовки стали 40Х к холодной высадке крепежных изделий // Вестник машиностроения. – 2008. – № 7. – С. 53-56.

5. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Ресурсосберегающая и экологичная обработка поверхности металлопроката перед холодной высадкой // Экология промышленности России, август 2008. – С.13-15.

6. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Чиненков С.В. Технология очистки поверхности листового проката автомобильных низкоуглеродистых сталей // Журнал Автомобильных Инженеров. – 2012. – № 4(75). – С. 27-29.

7. Пачурин Г.В., Филиппов А.А. Экологичная подготовка поверхности проката под высадку крепежных изделий // EUROPEAN JOURNAL OF EXPERIMENTAL EDUCATION. – 2008. – № 3. – С. 65-67.

8. Сенокосов Е.С., Сенокосов А.Е.. Плазма, рожденная Марсом // Металлоснабжение и сбыт. – 2001. – №4. – С 50-51.

9. Гейдаров Ю.С., Ерофеев В.С. О некоторых перспективных направлениях развития науки и техники в области метизного производства // Ассоциация метизов. Метизы. Специализированный журнал. – 2003. 1. (02). –С. 28-32.

10. Патент РФ № 98117861/12. Сенокосов Е.С., Сенокосов А.Е., Дикарев В.И., Никитина Е.Е. Способ очистки металлических поверхностей и устройство для его осуществления // Патент России № 2139151. – 1999.

Технология подготовки и газификации экологичного вида топлива

Е.М. Кашин, В.Н. Диденко
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Статья посвящена обзору роли дерева в замене традиционных видов топлива альтернативным. Анализируются достоинства древесного вида топлива с точки зрения экологии. Рассматриваются особенности технологий подготовки и газификации древесного топлива.

Ключевые слова: дерево, биотопливо, пеллеты, газогенератор

Рост цен на углеводородные топлива в 1970-х и привели к возобновлению интереса к использованию дерева в качестве топлива. Необходимость развития данного направления обусловливается повышением энергетических потребностей человечества с одной стороны и осознанием конечной исчерпанности запасов ископаемых топлив с другой. Также существуют и экологические проблемы, обусловленные ростом числа энергетических установок. Поэтому замена невозобновляемого топлива возобновляемым становится весьма актуальным вопросом в настоящее время. Одним из источников альтернативной энергии является дерево.

Дерево является экологически наиболее безопасным видом топлива. Во-первых, дерево в противоположность ископаемым энергоносителям, CO_2 – нейтрально [1]. Это означает, что при сгорании древесины освобождается такая масса диоксида углерода, какая раньше при росте дерева была потреблена из атмосферы (замкнутая циркуляция углерода). В случае сгорания ископаемых видов топлива, напротив, высвобождается диоксид углерода, накопленный ранее. Такое высвобождение ведет к увеличению содержания CO_2 в нашей атмосфере и, следовательно, к усилению парникового эффекта. Во-вторых, наряду с уменьшением выбросов диоксида углерода при сжигании древесины уменьшаются выбросы диоксида серы SO_2 (по сравнению с традиционными видами топлива). Так как этот газ способствует образованию кислотных дождей, то применение дерева в качестве топлива позволяет защитить природу от повреждений, наносимых кислотой [1]. В-третьих, транспортные риски загрязнений окружающей среды для древесины крайне малы. Загрязнения при транспортных авариях или прорывах в трубопроводе отсутствуют при использовании дерева как топлива. Также опасность взрывов, пожаров и загрязнений подземных вод на дровяных складах существенно меньше, чем на складах углеводородного топлива.

Следует отметить, что после подписания Россией международного соглашения по сокращению выбросов парниковых газов (Киотский протокол) доля биотоплива в топливном балансе страны должна повышаться [2].

По статистике за 2012 г. запасы древесины лесных насаждений на землях лесного фонда и землях иных категорий РФ составляют 83 022,38 млн. м3[3], а лесистость территории РФ на 2012 г. составляет 46,5 % [4], т.е. площадь земель РФ на которых расположены леса 1 183 496,2 тыс. га [5]. Это примерно 1/13 часть площади суши нашей планеты. Но следует отметить что, далеко не все лесные запасы представляют интерес для дальнейшего применения. По опытным данным примерно 8 – 27 % от общего числа деревьев составляют гнилые и мертвые сухие деревья, не пригодные для деревообрабатывающих отраслей. Этот показатель может варьироваться в зависимости от географического местоположения и разновидности леса. Сухое и особенно гнилое дерево представляют особую угрозу для всего лесного насаждения, сухое – с позиции пожароопасности, гнилое – с точки зрения экологии. Но с другой стороны гнилая и особенно сухая древесина является вполне приемлемым видом топлива (биотопливом). К понятию «биотопливо» следует относить все, что так или иначе связано с получением в промышленных масштабах энергии из различного возобновляемого сырья биологического происхождения [1]. Сырьем для биотоплива могут быть: древесные отходы различного происхождения, отходы сельскохозяйственного производства (лузга, шелуха, солома, тростник), специально выращиваемая топливная древесина. Поэтому получение из органических отходов альтернативного вида топлива является весьма актуальной задачей.

Неотъемлемыми инструментами использования древесных и сельскохозяйственных отходов являются технологии гранулирования (пеллетирования), а также технологии газификации топлива.

Процесс горения при использовании необработанного биотоплива является нелинейным и плохо поддается автоматизации [1]. Для обеспечения устойчивости и стабильности горения, надежности работы устройств топливоподачи биотопливо следует измельчать либо гранулируть по фракциям определенного размера, что позволяет автоматизировать системы топливоподачи и сжигания.

Технология гранулирования (пеллетирования) биотоплива достаточно широко применяется в отопительных целях. Это обусловлено тем, что пеллеты имеют ряд неоспоримых преимуществ перед другим биотопливом (например, топливной щепой, опилом или торфобрикетами) [1]. Эти преимущества делятся на две группы. Первая группа – это удобство хранения. Древесные пеллеты по причине их высокой теплоты сгорания занимают меньший объем для хранения, чем другие биогенные твердые топлива, что позволяет создать запас топлива для всего отопительного периода. В то же время пеллеты, из-за их высокой плотности, малой реакционной поверхности и защитной влагостойкой пленки из лигнина устойчивы к самовоспламенению, в то время как для щепы или опила проблема самовоспламенения является весомой угрозой применению. Вторая группа преимуществ – это транспортабельность пеллет. Пеллеты являются нормированным по

размеру и массе сыпучим топливом, что позволяет применять автоматизированные системы топливоподачи. При этом надежность данных систем сравнима с аналогичным на дизельном топливе или природном газе, в то время как системы на щепе или опиле требуют постоянного контроля со стороны обслуживающего персонала.

С истощением запасов углеводородного топлива, роль возобновляемых видов топлива в топливном балансе многих стран (в том числе и РФ) постоянно повышается, при этом биотопливо становится одним из наиболее перспективных.

Современные технологии пеллетирования обладают рядом недостатков, что существенно повышает стоимость пеллет и в свою очередь ограничивает их использование. Во-первых, стационарное производство пеллет имеет высокие транспортные расходы на перевозку сырья, так как объем не переработанного топлива примерно в три раза больше, чем гранулированного. Во-вторых, после выработки всего сырья в пределах экономически обоснованного радиуса действия завод должен либо демонтироваться, либо перевозится на другое место. В-третьих, технология пеллетирования требует потребления сторонней электроэнергии иди природного газа, что составляет от 30 до 50% себестоимости пеллет [1].

С целью исключения вышеназванных недостатков была разработана энергоавтономная установка мобильного базирования для производства пеллет (патент на полезную модель № RU 55774 U1 «Установка переработки биотоплива» опубл. 27.08.2006). Идея изобретения заключается в том, что стандартное оборудование для производства пеллет разбивается на транспортабельные блоки и устанавливается на мобильное шасси, а для снабжения производства тепловой и электрической энергией применяется энергетический блок, представляющий собой комплекс из твердотопливного газогенератора (вырабатывающего генераторный газ из перерабатываемого сырья), теплогенератора (источника горячих дымовых газов для нужд производства), и пары газомоторный двигатель – электрогенератор [6]. Основными признаками, отличающими предложенное решение, являются:

а) мобильность производства; установка подвозится к местам скопления сырья. Это позволяет примерно в три раза сократить объем перевозок (из соотношения насыпной плотности сырья и пеллет);

б) энергетическая автономность: энергоснабжение установки теплом и электричеством должно осуществляться от сжигания части перерабатываемого сырья, путем выработки генераторного газа за счет газификации части перерабатываемого сырья в газогенераторе.

Установки для получения генераторного газа (газогенераторы) известны человечеству с XVIII века [7]. С тех пор они прошли большой путь эволюции, начиная с примитивных устройств для демонстрации получения газа и заканчивая технически сложными промышленными системами генерации газа, но так и не избавились от большинства недостатков. Совре-

менные газогенераторы достаточно громоздки, избирательны к используемому топливу и ограничены по мощности [8]. Ограничение по мощности возникает при использовании больших диаметров шахт газогенераторов в связи со сложностью подвода газифицирующего агента (воздуха, кислорода, паровоздушной смеси и т.д.) во внутренние слои топлива. Поэтому вводят определенные ограничения на размеры газогенератора в зоне подачи газифицирующего агента [9]. Более того, выявляются слабые стороны и в ходе эксплуатации. Затрудненное движение топлива и плохой доступ газифицирующего агента приводит к необходимости использования дополнительных устройств, способствующих облегчению движения потоков, что в свою очередь заметно усложняет конструкцию.

Для устранения недостатков и повышения эффективности процесса газификации топлива был разработан газогенератор роторного типа (патент №RU 2497045 C1 «Газогенератор твердого топлива» опубл. 27.10.2013 г.) более простого и надежного устройства.

Принцип работы газогенератора заключается в том, что действие центробежных сил, возникающих при вращении внутреннего корпуса с перфорированной боковой стенкой, позволяет изменить традиционное направление движения сырья сверху вниз, обусловленное действием только силой тяжести самого сырья, на радиальное направление, ориентированное от центра к периферии [10]. При появлении вращения слоев топлива, дискообразные активные зоны «размазываются» и увеличиваются в размерах на столько, насколько это позволяют габариты цилиндрической поверхности камеры газификации. При этом активные зоны газификации топлива приобретают форму цилиндрических поверхностей и располагаются одна в другой. Форма зон и их расположение обеспечивают максимальное заполнение объема внутреннего корпуса, позволяя эффективно использовать объем газогенератора, что влечет за собой либо уменьшение габаритных размеров камеры газификации при сходных производительностях, либо повышение производительности при сходных габаритных размерах газогенераторов (по сравнению с классическими газогенераторами). Под действием центробежных сил происходит уплотнение слоев топлива за счет уменьшения размеров промежутков между частицами сырья. Уплотнение слоев позволяет увеличить площадь соприкосновения частиц сырья друг с другом, за счет чего уменьшаются теплопотери на излучение и повышается температура обугливающихся слоев, что в конечном итоге приводит к ускорению протекания химических реакций и, следовательно, интенсификации процесса газификации.

Таким образом, в настоящее время использование дерева в качестве альтернативного вида топлива не только актуально, но и экологично по сравнению с традиционными видами топлива, весь вопрос заключается лишь в том, насколько грамотно и эффективно дерево будет использоваться.

Альтернативное топливо для печей обжига цементного клинкера

И.Н. Чмырёв, В.Д. Коршиков, А.В. Бондаренко,
В.А. Конев, О.В. Чмырёва
Липецкий государственный технический университет

Вовлечение бытовых отходов в хозяйственный оборот – предпосылка решения трех взаимосвязанных задач: энергетической безопасности, экономического роста и охраны окружающей среды.

Учитывая стоимость природного газа, применяемого в качестве технологического топлива, промышленные предприятия России изыскивают возможность более эффективного использования энергоресурсов, заменяя часть традиционного топлива альтернативным. Это позволяет увеличить конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках.

В последнее время во всем мире эксперты активно обсуждают пути более рационального использования энергии с помощью интенсивного развития нетрадиционных источников энергии. Использование энергетического потенциала твердых бытовых отходов (ТБО) занимает одно из первых мест в этом поиске. В 2011-12 годах в Липецком государственном техническом университете в рамках государственного контракта проведена работа на тему «Разработка метода подготовки топлива из твердых бытовых отходов для печей высокотемпературного синтеза цементного клинкера».

Проанализирована возможность использования ТБО в качестве альтернативного топлива. Для этого на первом этапе на площадке комплекса по переработке твердых бытовых провели определение морфологического состава брикетированных остатков после сортировки «хвостов» ТБО. Результаты представлены в таблице 1. В качестве пояснений необходимо отметить следующее:

– прочие или не сортируемые отходы представляют собой смесь пищевых отходов, пластика, увлажненной бумаги и незначительного количества боя стекла, которую невозможно рассортировать из-за размеров и состояния ингредиентов;

– визуальная оценка показывает, что указанные три основных компонента содержатся примерно в равных количествах.

На основании данных о химическом составе компонентов, теплоте сгорания, морфологическом составе топлива, его влажности и зольности брутто-формула горючей части ТБО может быть представлена в виде:

$C_{5,49}\,H_{9,54}\,O_{1,51}\,N_{0,006}\,S_{0,0005}$, с молекулярной массой 99,71 г / моль.

Энергетическая ценность горючей составляющей, рассчитанная по принципу аддитивности, составила 31,06 МДж/кг; на рабочее состояние ТБО 15,81 МДж/кг; на сухое – 28,63 МДж/кг.

Таблица 1.

Морфологический состав брикетированных «хвостов» ТБО

Дата отбора	Общая масса брикета	Бумага,			Дерево	Текстиль	Металл	Изделия из полимеров						Прочие (не сортируемые)
		общее количество	в том числе					общее количество	в том числе					
			картона	остальные виды бумаги					полиэтилен	полипропилен	упаковочный пластик (с покрытием)	полистирол	поли-винилхлорид	
Сред-нее	100	18,64			1,64	7,89	1,39	18,92	7,68	4,21	7,02			51,52

Таким образом, энергетическая ценность «хвостов» ТБО находится на уровне таких твердых горючих ископаемых, как торф (22 МДж/кг на сухое беззольное состояние), сланцы (33 МДж/кг), бурый уголь (27 МДж/кг). Однако следует отметить высокую влажность ТБО (до 50 %), что снижает энергетический потенциал и требует материальных затрат на дополнительную переработку продуктов, полученных при использовании ТБО.

Исходя из анализа полученного состава ТБО, рассмотрено два направления его переработки с целью получения топлива:

1– пиролиз или газификация «хвостов» ТБО для получения горючих газов;

2– получение топливных брикетов или гранул, обеспечивая связывание компонентов высоким содержанием полимерной составляющей (около 35% масс.).

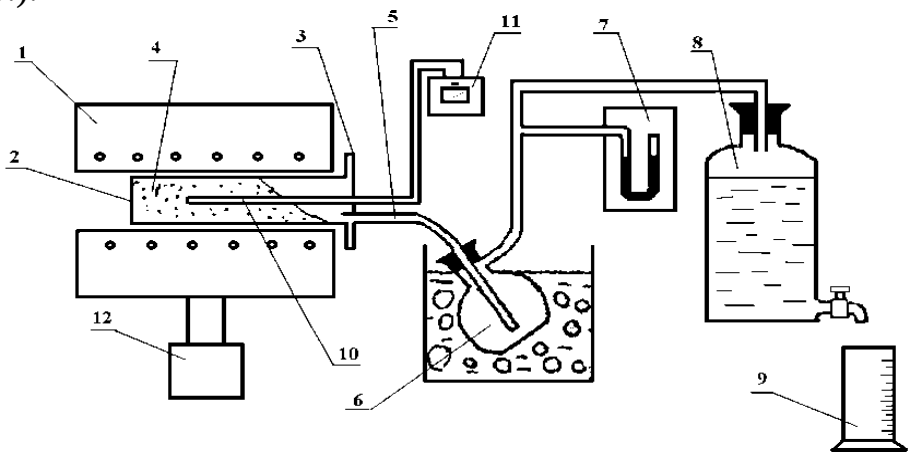


Рис. 1. Схема лабораторной установки для полукоксования:
1– печь; 2 – реторта; 3 – крышка; 4 – загрузка ТБО; 5 – отводная трубка; 6 – колба для конденсата, помещенная в смесь вода-лед; 7 – манометр; 8 – газометр; 9 – мерный цилиндр; 10 – термопара; 11 – милливольтметр; 12 – регулятор напряжения.

Для реализации данных технологических направлений провели исследование термического поведения компонентов ТБО и оценку возможности предотвращения повышения уровня загрязнения газов.

Исследование энергетического поведения «хвостов ТБО» проводилось на лабораторной установке, схема которой представлена на рис. 1.

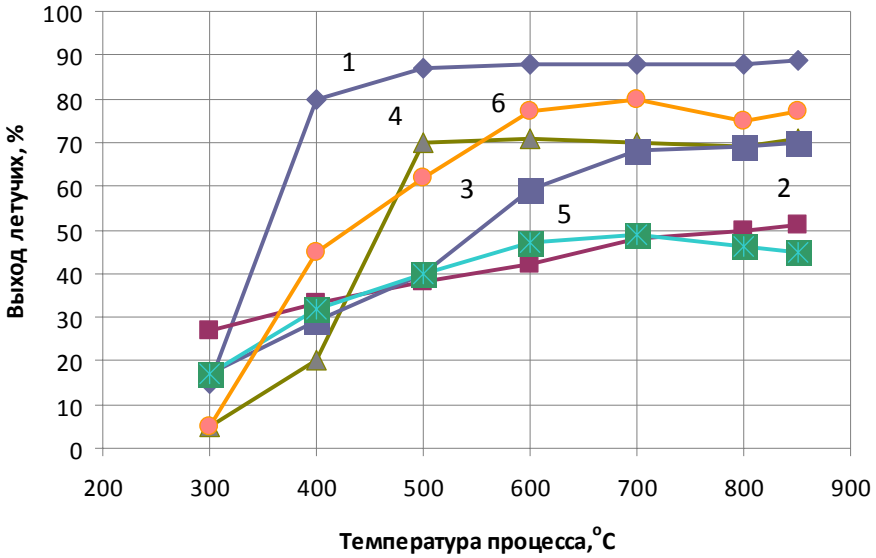


Рис. 2. Выход летучих (без влаги) из ТБО
(продолжительность нагрева 30 мин):
1-полиэтилен, полипропилен; 2-бумага; 3-текстиль;
4-упаковочный пластик с покрытием; 5-прочие; 6-древесина.

Исследования выхода летучих и углеродистого остатка при пиролизе «хвостов ТБО» показали, что влияние продолжительности пиролиза на выход летучих нивелируется с увеличением температуры процесса. Так при 500 °С изменение объема летучих без влаги и продолжительности процесса 30-120 мин. составляет немногим более 5 %, тогда как при 300 °С соответствующий объем изменялся в два раза. Выход газообразных продуктов коксования и углеродистого остатка стабилизировался при достижении 700 °С.

Наиболее важным вопросом исследования являлось определение состава газа с целью оценки его теплоты сгорания, для чего был выполнен хроматографический анализ состава газа с использованием хроматографа «Кристалл 2000М». Анализ проводили на двух колонках – насадочной, заполненной цеолитом СаА, длиной 1 метр, диаметром 3 мм (детектор – по теплопроводности) и капиллярной Zebron (ZB-1,) длиной 60 м, диаметром 0,25мм, производство США (тип детектора – пламенно-ионизационный.

Результаты показали, что пирогаз содержит более 50 % углеводородов, причем, как и ожидалось, наибольшее их количество обнаружено в газе пиролиза при 450 °С. Низкотемпературный пиролиз обеспечивает значительное содержание СО. Необходимо отметить, что перечень компонентов оставался неизменным при всех условиях пиролиза. Содержание углеводородных компонентов в свою очередь обеспечивает высокую теплоту

сгорания газа, однако следует ожидать более низких значений калорийности при проведении процесса на укрупненных установках за счет протекания вторичного пиролиза органических компонентов и увеличения содержания CO и CO_2 в газе.

По второму направлению – предварительная сушка и подогрев исходной массы с получением топливных брикетов, на втором этапе выполнения работ были проведены стендовые исследования процесса получения топливных брикетов на основе ТБО).

При получении брикетов целлюлозосодержащие компоненты ТБО пропитывались расплавленными полимерами, что при последующем прессовании обеспечивают высокую твердость брикетов, практически однородную структуру распила, низкую влагоемкость.

В качестве агрегатов для сжигания топлива, полученного из ТБО целесообразно рассмотреть печи цементной и известковой промышленности. Приведены наиболее существенные доводы в пользу этого положения:

1. Печи цементной и известковой промышленности, как правило, имеют высокую единичную мощность и могут пропустить через себя значительное количество альтернативного топлива без ущерба для технологии. В этих печах развиваются высокие температуры, при которых полностью догорают все органические и топливные составляющие продукта переработки.

2. В состав сырья, находящегося в технологической зоне печи входит известь, способная связать и обезвредить многие газообразные загрязняющие компоненты.

3. Цементные и известковые заводы широко представлены по регионам России, что сократит транспортные издержки.

Преимущества представляемого способа заключаются в получении брикетов, пеллет из «хвостов» ТБО методом термопластической экструзии на типовом оборудовании. При этом способе полимерная составляющая капсулирует органику, предотвращая возможность гниения и самовозгорания топлива.

Ограничениями возможного применения брикетированного по предлагаемой технологии топлива из «хвостов» ТБО может служить большое содержание оксидов щелочных металлов, серы и других нежелательных примесей, содержащихся в продуктах сжигания этого топлива, его калорийность и скорость горения. А также способы его подачи в печной агрегат: непосредственно через основную горелку; с холодного конца печи вместе с шихтой; в декарбонизатор и пр.

Исследования возможности использования топлива, произведенного из ТБО в виде брикетов, проводились по двум направлениям:

1. Соответствие данного топлива техническим требованиям к цементному сырью, в том числе по химическому составу основных оксидов, а также содержанию в золе топлива оксидов щелочных металлов и серы.

2. Определение теплотворной способности полученного топлива (удельной теплотой сгорания топлива).

Для определения соответствия полученного альтернативного топлива техническим требованиям к цементному сырью на мусоросортировочной станции отобран контрольный образец «хвостов» (остатки после ручной сортировки) ТБО в количестве 100 кг. Затем в топке лабораторной газовой печи объемом 0,4 проведено их сжигание при температуре не ниже 1000^{o}С. Исследовали химический состав полученной золы. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Состав золы ТБО

Дата	ППП	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Cr_2O_3	MnO	Cr	Na_2O	K_2O
25.04.12	3,20	60,20	3,90	2,82	14,3	2,80	2,30	0,08	1,00	2,60	3,50	3,00
17.05.12	8,80	54,00	5,70	3,80	16,00	3,00	0,50	0,01	1,04	2,80	3,00	1,40
18.05.12	8,20	53,00	6,70	3,80	15,60	3,20	0,75	0,01	1,28	2,70	2,80	2,00

Сравнение результатов с известным примесным составом сырьевых смесей цементных производств РФ говорит о высоком содержании оксидов щелочных металлов в составе золы. Высокое содержание последних связано с наличием остатков стеклянной тары в «хвостах» ТБО даже после ручной сортировки. Однако даже элементарный балансовый расчет показывает, что внесение вредных примесей (Na_2O, K_2O, SO_3) в печь вместе с топливом из ТБО на тонну клинкера не превышает их количества в сырье.

Провели специальную серию исследования для выявления технологических параметров получения топливных брикетов на основе ТБО на их качество. В частности определили влияние усилий прессования и температуры. Результаты испытания представлены в табл.3

Таблица 3.

Результаты испытаний

Номер образца	Время нахождения образца в печи, мин	Температура печи, °С	Температура нагрева образца, °С	Усилие прессования	
				суммарно на весь образец, кг	кгс/см^2
1	95	300	180-190	1050	58
2	90	300	210-220	1050	58
3	60	320	185-190	1100	60,82
4	60	320	185-190	2040	112,80
	10	210			
5	55	320	185-195	1100	60,82
	10	210			

Результаты осмотра образцов показали, что при увеличении температуры свыше 200 °С наблюдается обугливание части материалов, частичное разложение полимеров с выходом летучей составляющей. Кроме того, наблюдалось прилипание материалов к стенкам прессфоры. Т.е. температуру 200 °С следует считать предельной для операции термического прессования топливныых брикетов.

Увеличение усилий прессования с примерно 60 до 112 кгс/см2 приводило к заметному улучшения качества поверхности брикета и лучшему капсулированию материалов расплавом полимеров. Следовательно, усилие, создаваемое экструдером можно считать достаточным для получения топливных брикетов требуемого качества.

Наиболее важной характеристикой полученного из ТБО твердого топлива является теплота сгорания. Для определения ее величины изготовленные образцы были переданы для испытаний в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Низшая теплота сгорания определена с помощью бомбового калориметра: ее средняя величина для 4 образцов составила 30708,81 кДж/кг. Зольность колебалась в интервале 11-25 %.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований топлива, произведенного из ТБО, установлено, что при его использовании в печах высокотемпературного синтеза клинкера:

– обеспечивается достаточная теплотворная способность альтернативного топлива в смеси с основным;

– количество и качественный состав зольного остатка не внесет изменений в технологию производства клинкера.

Для выбора оптимальной технологии сжигания альтернативного топлива на основе ТБО во вращающихся печах для обжига клинкера рассмотрено три варианта:

1. Сжигание пиролизного газа в смеси с основным топливом – природным газом в штатной горелке вращающейся печи.

2. Сжигание измельченных топливных брикетов, полученных из ТБО с подачей в горелку вращающейся печи вместе с природным газом.

3. Сжигание топливных брикетов без дополнительного измельчения в выносной топке печи с подачей горячих продуктов горения вместе с вторичным воздухом в горячий торец печи.

Для проведения сравнительных расчетных исследований разработаны три вычислительных алгоритма, в которых производится расчет горения топлива, теплового баланса вращающейся печи и выносной топки. Расчетный алгоритм процесса горения топлива разработан в двух вариантах: для смеси пиролизного газа с природным газом и для твердого топлива на основе ТБО. Задачей расчета является определение количества воздуха, необходимого для полного сжигания единицы количества топлива, количества и состава продуктов горения; выявление возможности получения требуемой температуры в рабочем пространстве печи при сжигании данного вида топлива.

В качестве критерия оптимизации предложено рассматривать удельный расход условного топлива.

В качестве варьируемых предлагается использовать следующие величины:

1. Доля добавок альтернативного топлива к основному;

2. Вид топлива (твердое, газообразное) и способ подачи топлива (непосредственно в печь или в выносную топку;

3. Состав альтернативного топлива (теплота сгорания).

Ограничение накладывает допустимая по технологии обжига клинкера калориметрическая температура.

Задачу оптимизации решаем простейшим способом – перебором вариантов. Для выбранной конструкции печи при заданной производительности и составе сырьевой шихты варьируем виды и состав топлива, способ его сжигания и количество альтернативного топлива для замещения основного. Контролируем калориметрическую температуру смеси с учетом заданной температуры подогрева воздуха в охладителе клинкера и сверяем ее с ограничением.

В результате расчетных исследований установлено, что энергетическая ценность топлива, произведенного из «хвостов» ТБО, достаточна для использования его в качестве заместителя природного газа.

Сравнение трех вариантов сжигания показывает, что наибольший эффект уменьшения расхода основного топлива дает подача измельченного твердого топлива в печь вместе с природным газом. Однако при принятии окончательного решения о технологии введения топлива в печь следует иметь в виду энергозатраты на его тонкое измельчение и возможность негативного влияния зольного остатка при попадании в материал клинкера.

Таким образом, по результатам исследований:

- выдвинуты два направления их переработки с целью получения топлива для обжиговых печей черной металлургии и промышленности строительных материалов;
- для высокотемпературного пиролиза найдены зависимости выхода летучих от температуры;
- предложена технология получения высокопрочных топливных брикетов с низкой влагоемкостью и однородной структурой;
- предложен расчетный алгоритм, позволяющий строить оптимизационную модель сжигания топлива во вращающихся печах.

Общая характеристика разработанных мероприятий по снижению выбросов монооксида углерода*

С.В. Кутузов, В.В. Буряк, В.В. Деркач, А.А. Матвиенко, Е.Н. Панов, Н.Д. Гомеля, А.Я. Карвацкий, И.Л. Шилович, Г.Н. Васильченко, С.В. Даниленко, С.В. Лелека, И.В. Пулинец, Т.В. Чирка, Т.В. Лазарев
ПАО «Укрграфит»,
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

1. Технические предложения по снижению концентрации CO в газовоздушном потоке обжиговых печей

Исходя из условий образования CO, можно сформулировать следующие основные требования к направлениям снижения концентрации CO.

Снижение количества воздуха в шихтовых материалах может быть действенным способом по снижению количества образующегося CO. Реальным предложением, которое может быть реализовано – пересмотр фракционного состава шихты в направлении применения более мелких фракций.

Качественная оценка повышения насыпной плотности шихты при этом может обеспечить сокращение количества образующегося CO не более чем на 10 % [20].

Сокращение образования CO *в температурном интервале 700... 1000°C.* Как указывалось выше, укрытие из шамотного кирпича способствует снижению интенсивности образования CO. При полном исключении контакта кокосовой шихты с газовоздушным потоком ожидаемое снижение концентрации CO приблизительно на 650 мг/м^3. Таким образом, суммарная концентрация может быть снижена от максимальной (~2,1 г/м^3) до 1,5 мг/м^3.

Снижение концентрации CO *за счет установки локального «дожига»* CO. Ниже приведена расчетная оценка установки по подогреву газовоздушного потока до температуры воспламенения CO и его «дожига». Снижение концентрации CO за счет использования впрыска воды с целью окисления CO до диоксида углерода CO_2. Приведена оценка возможного впрыска воды и его влияния на параметры газовоздушного потока.

Снижение концентрации CO за счет модернизации графика обжига

На основании расчетной оценки и сопоставления экспериментальных данных установлено, что основной «вклад» в концентрацию CO вносится в

---

* Мероприятия по снижению выбросов монооксида углерода при производстве электродной продукции на ПАО «Укрграфит» / С.В. Кутузов, В.В. Буряк, В.В. Деркач, А.А. Матвиенко, Е.Н. Панов, Н.Д. Гомеля, А.Я. Карвацкий, И.Л. Шилович и др. – Запорожье, 2013. – 138 с.

определенном температурном интервале, который однозначно локализован технологически в определенной камере. Если изменить график технологического процесса обжига таким образом, чтобы сразу за камерой, в которой происходит существенный выброс CO повысить температуру до температуры воспламенения CO, то можно обеспечить заметное снижение концентрации CO на выходе из печи.

А. Реализация модернизированного графика предполагает установку на 4-5 темпе горелок основного огня для выхода на температуру выше 600 С. Это позволит окислить до CO_2 содержащийся в газовоздушном потоке CO и летучие в камере 4-го темпа.

Б. Для выхода на штатную температуру технологического графика (возврат к регламентным температурам графика до модернизации) в камере 3 и 4 го темпа необходимо обеспечить впрыск воды для предотвращения роста температуры.

Модернизация графика обжига повлечет, безусловно, рост темпа нагрева заготовок на определенном интервале. Расчетное обоснование показало, что в температурном интервале 500...600°С скорость прироста температуры заготовок может достигать около 3 К/час Указанная особенность, конечно, создает ограничения для того, чтобы рекомендовать модернизированный график. Однако при разработке модернизированного графика необходимо учитывать, что это могло бы быть экономически целесообразным техническим решением. При реализации этого решения не нужно создавать дополнительные технические устройства; можно использовать штатное оборудование.

Затратная часть технического решения состоит в определенном перерасходе природного газа на нагрев газовоздушного потока дополнительно в течение одного темпа. К этому необходимо добавить затраты на охлаждение водой газовоздушного потока за камерой.

Оценка перерасхода природного газа дает значение около 11 % от общего расхода газа на процесс обжига.

Снижение концентрации CO за счет установки локального «дожига» CO

Из сказанного относительно возможности повышения температуры в камере 4-5-го темпа для дожига CO следует, что внесение в график обжига изменений не позволяет выдержать параметры технологического процесса и не позволяет гарантировать качество обжигаемых заготовок. Это касается интервала температур 400...600°С, где скорости роста температур превышают допустимые значения. Таким образом, необходимо вынести процесс дожига за пределы камер и произвести нагрев газовоздушного потока вне пределов технологического процесса, после чего вернуть теплоноситель (газовоздушный поток) в следующую по ходу движения потока камеру для продолжения обжига. Целесообразной является схема, представленная на рис. 3.1.

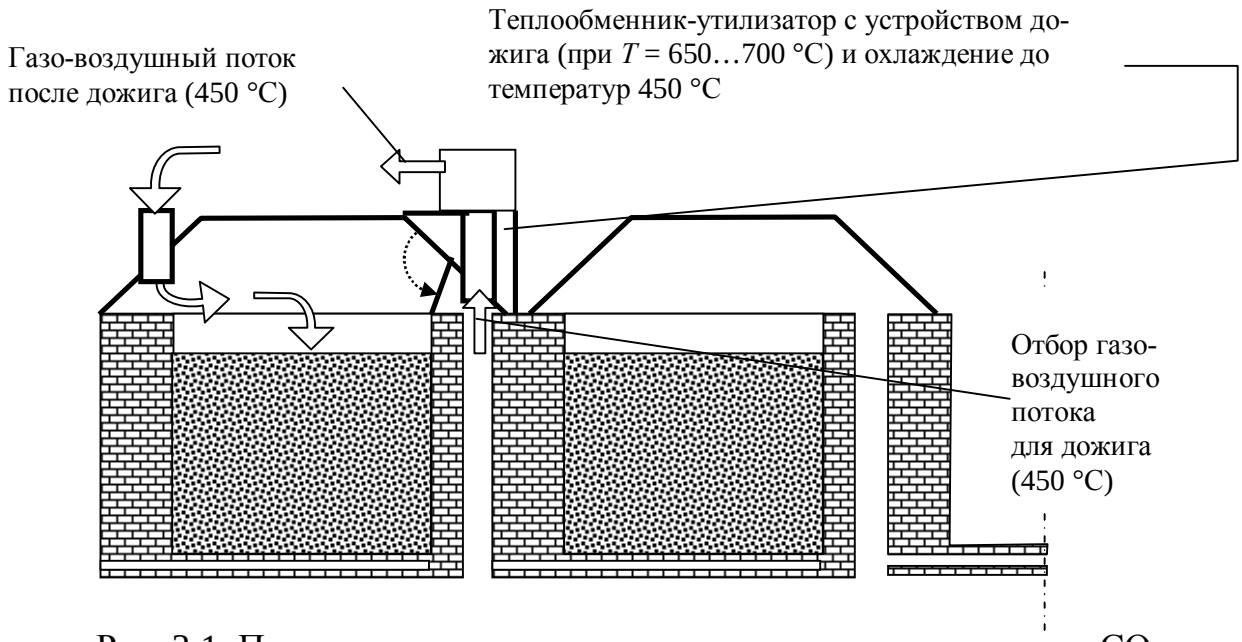


Рис. 3.1. Принципиальная схема локального дожига летучих и СО

Ниже приведена схема теплообменника-утилизатора для локального дожига СО.

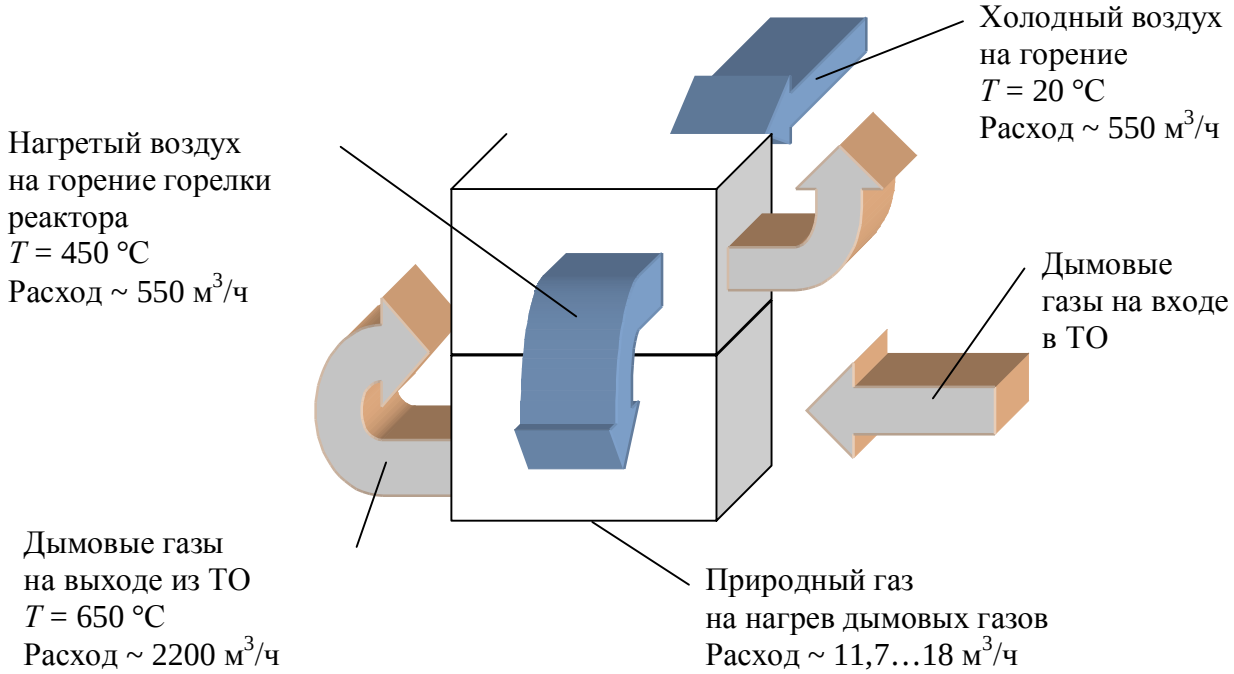


Рис. 3.2. Схема теплообменника-утилизатора
для локального дожига СО

Предлагаемая схема имеет преимущество перед установками дожига за печью, т.к. температура газовоздушного потока отбираемого для подогрева до температуры воспламенения СО составляет 450 °С (температура потока сразу за камерой с максимальным выбросом СО). При техническом решении подогрева газовоздушного потока за печью нагрев потребует повышения температуры потока приблизительно от 200 °С, что в свою оче-

редь даже при энергосберегающей схеме нагрева (регенеративном подогреве воздуха на горение) потребует больших затрат природного газа.

Общая оценка варианта, предусматривающего разделение газовоздушного потока на два потока, один из которых будет подаваться для горения природного газа, дает следующие параметры теплообменника:

– тепловая мощность (номинальная) до 350 кВт;

– расход природного газа не более 30 $м^3$/ч.

Снижение концентрации CO за счет использования впрыска воды с целью окисления CO до диоксида углерода CO_2

Данное техническое решение основано на химической способности воды как окислителя и сильных восстановительных свойствах CO. Целесообразность использования воды объясняется химическим уравнением $H_2O + CO \rightarrow CO_2 + H_2$, которое справедливо для температур ниже 830 °C, когда равновесие сдвинуто вправо и сильным восстановителем является CO. В литературе имеются данные о том, что предварительная фаза конверсии CO происходит уже при температурах 350...450 °C, особенно при наличии катализаторов, которым выступает в том числе и $A1_2O_3$. Теоретически данное решение имеет обоснование в литературе, однако необходимо отметить недостаток практических рекомендаций относительно конверсии с помощью воды оксида углерода в CO_2.

Для исследованных температурных режимов максимальный выброс CO, соответствующий температурному интервалу 450...600 °C, локализован в камерах 4 и 5-го темпа.

Предлагаемое решение состоит в том, что впрыск воды осуществляется:

а) на камере (по ходу огня), расположенной до камеры, в которой происходит максимальный выброс оксида углерода;

б) на камере, в которой наблюдается максимальный выброс CO.

Предлагаются два варианта, т.к. (как сказано выше) отсутствуют практические рекомендации по конверсии CO и требуется экспериментальная проверка и подтверждение впрыска воды.

Таким образом, впрыск воды будет проходить в газовоздушный поток при температурах 600...700 °C. В указанном температурном диапазоне отсутствуют условия для термической деструкции воды на кислород и водород. Согласно литературным данным [13] до температур ниже 2000 К (1723 °C) диссоциация водяных паров не превышает $3,6\text{-}10^{-2}$ %, т.е практически отсутствует.

Вообще же начало термической диссоциации определяется отношением стандартной энтальпии прямой реакции разложения воды на водород и кислород к так называемой стандартной энтропии этой реакции: (286 [кДж]/0,1635 [кДж/К] ≈ 1476 К); при этом степень диссоциации лежит в диапазоне $1,21 \cdot 10^{-6}$ %,...$3,6 \cdot 10^{-2}$ %.

Таким образом, в газовоздушный поток будет попадать водяной пар. Оценка воздействия на тепловые параметры потока впрыска пара выполнена для диапазона расходных параметров впрыска до 30 кг/ч. Результаты расчета температуры дымовых газов в результате смешения с водой приведены на рис. 3.2.

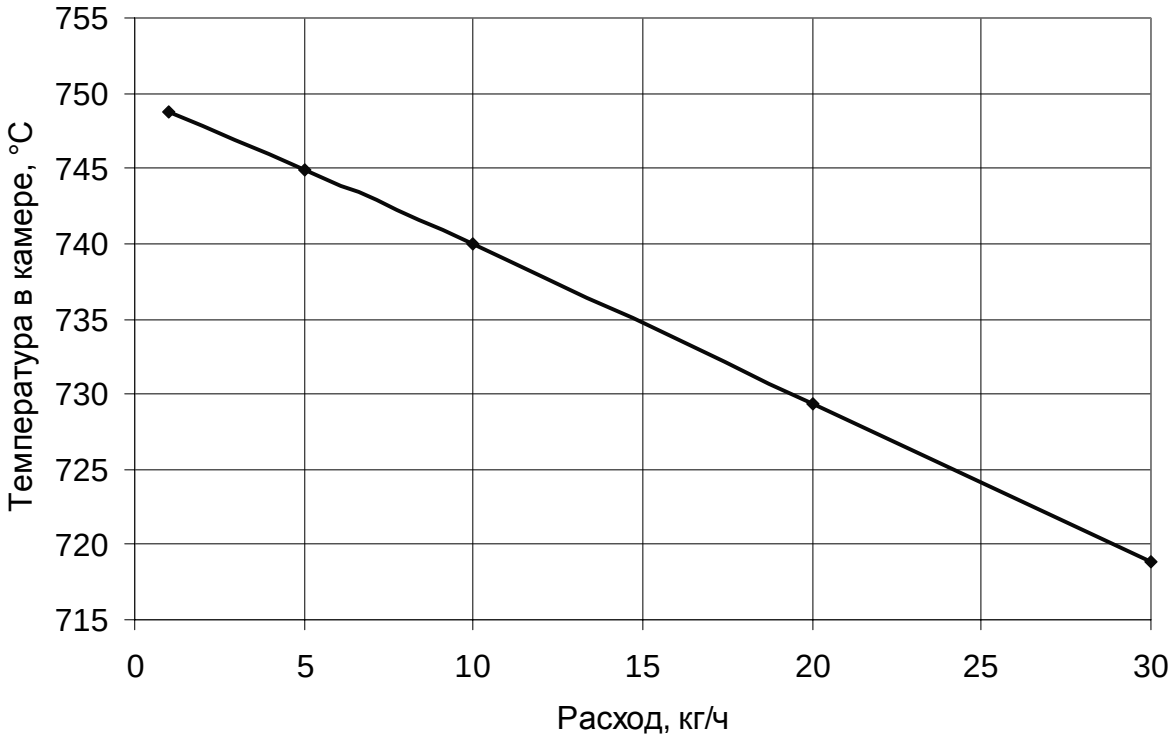


Рис. 3.3. График зависимости температуры дымовых газов от расхода впрыскиваемой воды в камеру обжига

Как видно из рис. 3.3, при максимальной подаче воды отклонение температуры дымовых газов от начальной (750 °С) не превышает 30 °С, что почти соответствует допускам по температурному графику обжига (т.е. не нарушается регламент обжига). Максимально возможное количество связываемого оксида углерода водой с расходом 30 кг/ч можно определить по уравнению химической реакции окисления:

$$H_2O+CO \rightarrow CO_2+H_2$$

Расчетный объемный расход оксида углерода 37 $м^3$/ч, который должен прореагировать с водой, что намного превышает существующую концентрацию (мас) CO в газовоздушном потоке.

Оценка необходимого количества воды дает значение 1,5...2 кг/ч. Необходимо отметить, что при реализации указанного метода необходим очень мелкий распыл воды.

Для большей надежности предлагаемого метода предлагается дополнить данное техническое решение с использованием катализаторов (ша-

мотная крошка – $A1_2O_3$), которые можно поместить в проволочных цилиндрических контейнерах напротив огневых каналов в камере 4-го темпа. Температурный уровень газовоздушного потока позволяет это сделать на работающей печи без повреждения металлического контейнера.

По ходу движения газов рекомендуется поместить контейнеры (цилиндрической формы по диаметру лючков в своде печи) с шамотной крошкой для каталитического окисления CO в газовоздушном потоке при наличии водяных паров.

3.2. Технические предложения по снижению концентрации CO в газовоздушном потоке печей графитации

Из сказанного выше относительно условий образования CO можно сформулировать следующие основные требования к направлениям снижения концентрации CO.

Конверсия CO *в* CO_2. Одним из технических решений снижения концентрации CO является организация направленного выхода CO с температурой не ниже 450 °C. В этом случае для неразбавленного воздухом CO можно применить конверсию в CO_2 с помощью впрыска воды и с помощью недорогих катализаторов [17, 18].

Герметизация и химическая нейтрализация источника. Литературные данные говорят о том, что укрытие верха теплоизоляции шамотной крошкой способствует снижению концентрации CO (при промышленных испытаниях получено снижение концентрации CO в 1,8 раза).

Термическая нейтрализация. Эксперимент показал, что условия работы печи графитации (при наличии только кокса и оборота) способствуют тому, что в газовоздушном потоке в значительных количествах присутствует только оксид углерода. В ряде случаев (при использовании антрацитовой или угольной мелочи) можно получить также метан. Таким образом, на основании расчетов и литературных данных [15, 21, 22] можно рекомендовать термическую нейтрализацию CO методом дожига за печью.

Каталитическое окисление

В литературе [15, 18] исследованы методы каталитического окисления CO. Для реализации такого метода необходимо поддержание соответствующего уровня температур. Ниже на рис. 3.4 показаны экспериментальные температуры уходящих газов за печью графитации.

Проанализированы литературные данные, посвященные каталитической конверсии окиси углерода.

А. Наиболее приемлемыми катализаторами для конверсии CO в температурном диапазоне 180...280 °C являются известные катализаторы, в состав которых входят CuO, $A1_2O_3$, ZnO. Для применения каталитической конверсии CO с помощью указанных катализаторов необходимо наличие водяного пара, получение которого при указанных температурах представляет достаточно большие технические сложности.

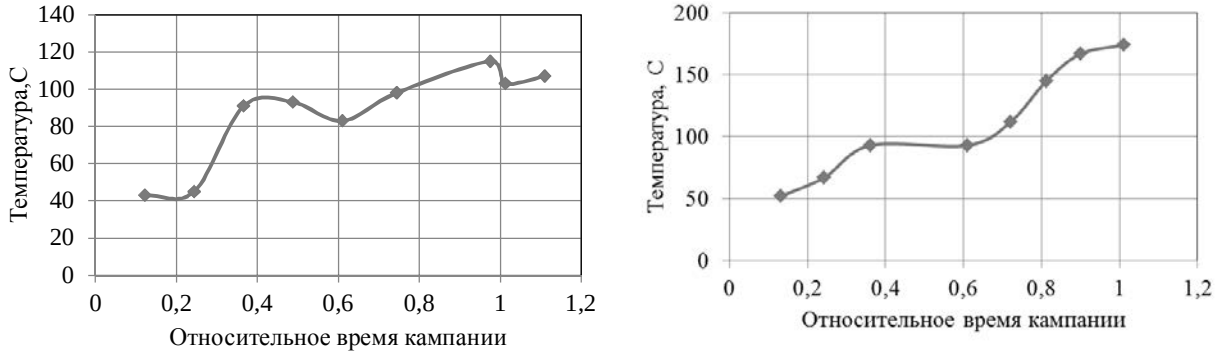


Рис. 3.4. Температуры уходящих газов за печами графитации, соответственно, переменного и постоянного тока

Б. Паровая конверсия CO известна в промышленности и используется для получения так называемого синтез-газа в производстве аммиака. Этот процесс описывается уравнением

$$CO + H_2O = H_2 + CO_2 + 41 \text{ кДж}$$

При температурах 350...450 °С на оксидном железохромовом катализаторе конвертируется до 80 % CO.

Последние исследования показали, что в качестве катализатора может выступать окись железа Fe_3O_4 а также ферромарганцевые соединения.

Термокинетическая оценка паровой конверсии CO показывает, что при температурах около 300 °С и давлениях близких к атмосферному скорость конверсии CO весьма невелика. Для глубины переработки CO не менее 80% время реакции конверсии даже при наличии катализаторов может превышать время кампании печи графитации не менее чем в 5 раз.

Для практического использования данных, связанных с каталитической конверсией монооксида углерода, можно сделать следующие выводы:

1. Конверсия CO возможна с помощью водяного пара. Для практического использования можно рекомендовать впрыск воды в поток уходящих газов (водяная завеса). Испарение влаги создаст условия для частичной конверсии CO.

2. Для достижения эффективности конверсии необходимо наличие катализаторов. В качестве катализаторов можно рекомендовать использовать скрапы ферромарганцевого производства. Катализатор разместить на выходе из печи в патрубке газового зонта.

3. Расчетное количество влаги, которую необходимо впрыснуть в газовый поток, определяется исходя из общего количества CO, образующегося в течение кампании. Исходя из оценки расхода CO в составе дымовых газов на основании экспериментальных данных можно показать, что количество воды, которое необходимо ввести в поток дымовых газов составит около 35 кг.

4. Из рис. 3.4 очевидно, что при достаточно низких температурах потока дымовых газов весьма затруднительно организовать «доокисление» CO до CO_2 даже при использовании катализаторов.

Химическая нейтрализация CO

Химические свойства. Основными типами химических реакций, в которых может вступать монооксид углерода, являются реакции присоединения и окислительно-восстановительные реакции. В реакциях окисления-восстановления CO проявляет восстановительные свойства.

При комнатных температурах CO не проявляет химических свойств восстановителя. Химическая активность CO значительно возрастает при нагревании и в растворах.

Так при нагревании CO восстанавливает Cu:

$$CO + CuO = Cu + CO_2 .$$

Монооксид углерода по своим восстановительным свойствам аналогичен водороду. Интенсивность восстановительных свойств CO зависит от температуры. Так в реакции с водой равновесия смещается в зависимости от температуры:

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2 .$$

Выше сказано, что при температурах ниже 830 °C реакция смещена вправо (CO более сильный восстановитель, чем водород); при температурах выше 830 °C – равновесие смещено влево.

При высоких температурах CO восстанавливает металлы из их оксидов:

$$Fe_3O_4 + 4\,CO\ (700\ °C) \rightarrow 3Fe + 4CO_2 .$$

CO может вступать в реакцию со спиртами:

$$CO + R\text{-}OH \rightarrow HCOO\text{-}R .$$

В результате реакции с гидроксидом кальция

$$Ca(OH)_2 + CO\ (400\ °C) \rightarrow CaCO_3 + H_2\uparrow .$$

Данная реакция используется иногда для удаления CO из технических газов. Сказанное выше относительно химических свойств монооксида углерода позволяет сделать следующие выводы:

1. Гидроксид кальция (гашеная известь) можно использовать для нейтрализации монооксида углерода по схеме:

$$Ca(OH)_2 + CO\ (400\ °C) \rightarrow\ CaCO_3 + H_2\uparrow .$$

2. Реакция «нейтрализации» CO протекает в температурном диапазоне 400...600 °C. При достижении температур около 600 °C непрореагировавший гидроксид будет подвергаться термическому разложению по реакции

$$Ca(OH)_2\ (t) \rightarrow CaO + H_2O\ .$$

3. Количество гидроксида кальция (гашеной извести), необходимое для нейтрализации всего количества CO, которое образуется за время кампании, по оценке равно около 3,5 м^3. Этим количеством гашеной извести необходимо укрыть верх тепловой изоляции слоем 3,5...5 см.

4. С целью поддержания температурных условий протекания реакции взаимодействия гидроксида кальция с монооксидом углерода необходимо охлаждать слой гашеной извести так, чтобы температура была не выше 500 °C. Это можно сделать впрыском воды на поверхность извести (по оценке в плавном режиме изменения расхода воды около 20...25 л/час).

5. Утилизация образовавшегося $CaCO_3$ может быть проведена в конце кампании печи путем нагрева до температур 1100... 1200 °C, что обеспечит разложение известняка ($CaCO_3$) на CaO и CO_2, в результате чего может быть использован вторично для связывания CO.

Устранение условий образования CO и дожиг

Как указывалось выше, одной из причин образования CO в больших количествах есть воздух, который подсасывается через различного рода неплотности в объем печи вследствие постоянного отбора дымовых газов через газосборный зонт. Дымосос постоянно создает разрежение в рабочем пространстве печи, что способствует непрерывной продувке потока воздуха через сыпучие материалы в печи. Поэтому в печи происходит постоянная миграция воздуха в порах керна. Это обстоятельство создает условия для образования как CO_2 так и CO. Однако, при температурах графитации диоксид углерода CO_2 соприкасаясь с поверхностью углеродных материалов восстанавливается до CO.

Проводившиеся расчеты показали, что объем образующегося монооксида углерода при наличии подсосов воздуха составляет около 0,7...0,85 м^3/ч.

Количество CO, которое может образоваться за счет окисления воздухом, содержащимся в порах сыпучего материала, составляет (при насыпной плотности около 850 кг/м^3 по оценке около 50 м^3. Это количество CO практически является константой печи: надо исходить из того, что воздух изначально находящийся в порах сыпучего материала при нагревании до рабочих температур будет увеличиваться в объеме и мигрировать через сыпучий углеродный материал. В областях с температурой выше 550 °C будет происходить образование в первую очередь CO, т.к. условия для

цепной реакции горения (постоянная подача воздуха в зону окисления в необходимом избытке) отсутствуют.

А. Исходя из сказанного, наиболее простым методом сокращения образования CO является герметизация объема печи. Для этого необходимо устранить причины подсосов воздуха через боковые стенки (использовать торкретирование). Поверх тепловой изоляции уложить муллитокремнеземное полотно или перекрыть шамотной крошкой (слоем кирпичей).

Указанные мероприятия устранят возможности прокачки «балластного» воздуха через рабочий объем печи и возможности образования CO и CO_2. Применение на практике укрытия из шамотной крошки слоем толщиной до 10 см (грансостав – частицы 0-10 мм) позволил снизить выход оксида углерода в 1,8 раза.

Б. Более сложным методом, но таким, который бы позволил практически полностью устранить содержание CO в дымовых газах, является полная герметизация печи, организация направленного выхода CO и дожиг его за печью. Проведенные дополнительно расчеты показали, что в этом случае при отсутствии подсосов воздуха общее количество CO, которое может образоваться в печи не превышает 50 $м^3$. Литературные данные говорят о том, что состав газов, образующихся в период работы печи графитации, отличаясь в количественном отношении, качественно состоит из водорода, метана, CO, CO_2 и балластного воздуха (кислорода). Выше была приведена таблица характеристик выбросов за кампанию графитации (таблица 2.1). Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что основным горючим элементом смеси газов является CO.

Давление под газосборным зонтом, которое может возникнуть при образовании указанного количества CO и других газов, будет обеспечивать непрерывную подачу газовой смеси по отводному патрубку с целью их последующей утилизации.

Диаметр патрубка выбирается из следующих соображений:

– аэродинамическое сопротивление всего участка должно обеспечить при заданном количестве образующегося оксида углерода скорость подачи CO не более 0,5 м/с;

– избыточное давление образующихся газов под газосборным зонтом в этом случае составляет не более 0,05 бар.

Диаметр патрубка выбран 76 мм (Ду = 70 мм). Газовая смесь по расчетной оценке в случае герметизации объема печи будет содержать более 30 % CO, и может быть утилизирована простым сжиганием. Поджиг может быть осуществлен переносной газовой горелкой. Расчетный перепад давлений 0,5 кПа. Скорость вытекания газов из сопла 3 м/с.

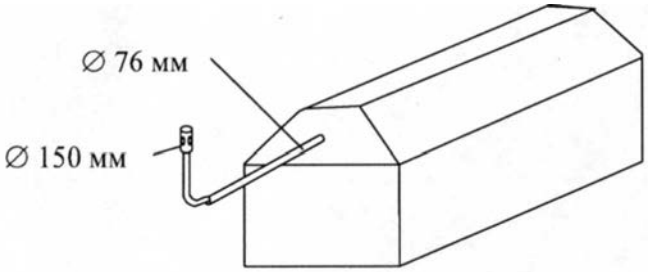


Рис. 3.5. Схема вывода дымовых газов из-под газосборного зонта

Выводы

Основной задачей данного исследования была разработка научно-технических решений, направленных на снижение выбросов монооксида углерода на печах электродного производства ПАО «Укргарфит». С этой целью был проведен следующий комплекс научно-технических работ:

1. Проанализированы особенности физико-химических процессов, протекающих в печах обжига и графитации электродных изделий.
2. Проведены расчетно-экспериментальные исследования экологического состояния обжиговых (№ 7, 10) и графитировочных (№ 28, 47) печей.
3. Выполнен анализ полученных экспериментальных данных.
4. Установлены температурные и временные зависимости концентрации монооксида углерода на обжиговых и графитировочных печах.
5. Определены основные источники образования монооксида углерода: недоокисление углеродистых материалов, ароматических и смолистых веществ связующего заготовок.
6. Разработан комплекс научно-технических мероприятий, позволяющих снизить концентрацию выбросов монооксида углерода на печном оборудовании ПАО «Укрграфит», включающий:

- уменьшение площади контакта дымовых газов с углеродными материалами;
- модернизация графика обжига;
- впрыск воды и применение катализатора по месту интенсивного газовыделения;
- каталитическое окисление;
- химическая нейтрализация;
- дожиг уходящих газов.

Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду отходов гальванических производств за счет извлечения из них токсичных металлов и их соединений для вторичного применения*

Л.Н. Ольшанская, Е.Н. Лазарева, В.В. Егоров
Энгельсский технологический институт,
филиал Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Исследованы процессы выделения соединений цинка, железа и никеля из гальванических шламов, содержащих эти металлы, на примере предприятий ООО «Сигнал-Недвижимость» и ОАО «Роберт-Бош-Саратов» г. Энгельса Саратовской области с целью определения оптимальных условий их извлечения. Разработаны процессы утилизации железо- и цинксодержащих гальваношламов с получением пигментов-наполнителей (оксиды цинка и железа). Изучены физико-химические характеристики пигментов и полученных на их основе масляных красок (цинковые белила, железный сурик), и установлено их соответствие ГОСТам и требованиям к продуктам, используемым в промышленности.

Установлена возможность применения гидроксида никеля, извлеченного из никельсодержащего гальваношлама, в качестве компонента активной массы катода никель-кадмиевого (железного) аккумулятора.

С начала девяностых годов в России начали активно заниматься утилизацией гальваношламов (ГШ), которые ежегодно в количестве тысяч тонн концентрируются на промышленных предприятиях и в шламонакопителях гальванических производств. Миллионы тонн гальваноотходов, уже имеющихся и постоянно образующихся, содержат до 30% ценных цветных металлов (Cr, Ni, Fe, Zn и др.) [1], относящихся к классу тяжелых металлов, и выбрасываются в лучшем случае на свалки, а часто на рельеф или в канализацию. Учитывая особую экологическую опасность воздействия ГШ на окружающую среду, их необходимо утилизировать таким образом, чтобы происходило обезвреживание тяжелых металлов. При этом предполагается, что в процессе переработки тяжелые металлы переводятся в слаборастворимые или нерастворимые малотоксичные соединения.

К сожалению, до сих пор доминирует взгляд на ГШ только как на экологически вредные отходы, что и определяет пути их ликвидации – ис-

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 204-211.

пользование как компонента стройматериалов, керамики, асфальтовых смесей и др. [2-5]. Это приводит к безвозвратным потерям в больших количествах дорогостоящих компонентов гальваношламов – тяжелых цветных металлов. Их суммарная годовая стоимость составляет десятки миллионов долларов США, и согласно котировке «СЕТТЛМЕНТ» цены на металлы в течение последних лет неуклонно растут [6, 7].

Экспериментальные данные и их обсуждение

Объектами исследования в работе являлись:

1) смешанный цинксодержащий гальваношлам № 1 ООО «Сигнал-Недвижимость», образующийся при травлении, железнении, цинковании, кадмировании и др.; никельсодержащий гальваношлам № 2 ОАО «Роберт-Бош-Саратов», образующийся на предприятии в процессе никелирования, и железосодержащий гальваношлам № 3, образующийся на том же предприятии после ванн травления и активации. Анализы гальваношламов (ГШ) показали наличие в их составе соединений никеля, железа, цинка, хрома и др. (табл. 1);

2) раствор сульфата никеля (на основе гальваношлама № 2), для выделения металлического никеля электрохимическим способом.

Таблица 1

Составы ГШ (%): ООО «Сигнал-Недвижимость» (1) и предприятия ОАО «Роберт-Бош-Саратов» после ванн никелирования (2) и активации (3)

Состав ГШ	Ni^{2+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	SO_4^{2-}	Cr^{6+}	Cr^{2+} и Cr^{+3}	Na^{+}	Ca^{2+}
состав 1	0,01	8,98	**21,86**	0,21	10,2	3,21	18,63	8,3	3,4
состав 2	**44,0**	0,67	0,58	0,003	6,4	Остальное: вода 15–20 %, песок, карбонаты магния, натрия 3–6 %, органич. примеси и СПАВ~28 - 30 %			
состав 3	**21,6**	**11,3**	0,65	0,003	5,6	Остальное: вода 10–15 %, карбонаты магния, натрия, песок 8–15 %, органич. примеси и СПАВ~32–36 %			

В ГШ 1 содержатся: свинец 0,01 %, марганец 0,008 %, кобальт 0,0018 %, кадмий 0,3 %, олово 0,003 %, хлориды 6,8 %, нитраты 0,6 %, вода 5-11 %, органические примеси и СПАВ 6-13 %.

В работе методом последовательной кислотно-щелочной обработки водной суспензии гальваношламов проведено выделение из них гидроксидов металлов при определенных для каждого металла значениях *pH* растворов: $Zn(OH)_2$ при *pH*=6,2..7,6 – из гальваношлама № 1, $Ni(OH)_2$ при

pH=7,0..9,0 – из гальваношлама № 2 и $Fe(OH)_3$ при *pH*=1,6…3,8 – из гальваношламов № 2 и № 3.

Полученные после дегидратации в муфельной печи ЭКСП-10 оксиды цинка и железа были использованы в качестве пигментов-наполнителей в производстве масляных красок. Гидроксид никеля применяли для изготовления активной массы положительных электродов никель-кадмиевых аккумуляторов. Подготовку электродов проводили в производственных условиях на разрядном стенде в электролите состава *КОН*+10 г/л LiOH (плотность 1,19–1,21 г/см^3) в течение 110 циклов: заряд током 200 мА в течение 12 ч, разряд током 140 мА до напряжения 0,335 В (относительно нормального водородного электрода). Условия извлечения металлического никеля из гальваношлама № 2 исследовали в потенциостатическом режиме при потенциалах, близких к равновесному потенциалу выделения никеля – 250 мВ (относительно нормального водородного электрода). При электрохимических измерениях использовалась трехэлектродная ячейка с разделенными при помощи фильтров Шотта катодным и анодным пространствами, что позволяло предотвратить смешивание продуктов реакции, образующихся в приэлектродном слое. Перед экспериментом ячейку тщательно обрабатывали хромпиком, промывали бидистиллированной водой и перед измерениями ополаскивали исследуемым раствором (водная вытяжка 40 % сульфата никеля) для достижения равновесного состояния. Измерения проводили при комнатной температуре 20±2 ^oC на потенциостате Р-30. Рабочим электродом являлся стеклографитовый стержень диаметром 3 мм и площадью 1 см^2, покрытый слоем никеля ~3 мкм. Вспомогательными электродами служили стержни из спектрального графита диаметром 6 мм, площадью ~20 см^2. Потенциал рабочего электрода измеряли относительно нормального хлорсеребряного электрода сравнения марки ЭВЛ-1М в растворе 1М KCl.

Технология извлечения оксидов цинка и железа

Исследовались процессы извлечения оксидов цинка и железа из гальванических шламов составов № 1 и № 3 для использования их в качестве пигментов-наполнителей. Методом последовательной кислотно-щелочной обработки из водных суспензий гальваношламов № 1 и № 2 при определенных для каждого металла значениях *pH*, согласно последовательному ряду осаждения гидроксидов металлов [10], были извлечены гидроксиды железа (*pH*=1,6...3,8) и цинка (*pH*= 6,2…7,6).

После дегидратации при температуре обжига 600±5 ^oC в течение 5...6 часов были получены оксиды цинка и железа. Порошок оксида железа (III) имел желто-коричневый окрас, а оксида цинка – белый с оттенком бежевого цвет. Средний размер частиц пигментов-наполнителей по данным седиментационного анализа составил 10-40 мкм, что позволяет использовать материал без предварительного помола. Проведенные исследования показали, что основная часть частиц (более 60 %) представляет непористые

структуры размером от 5 до 30 мкм. Это свидетельствует о низкой маслоемкости материалов, и является важной характеристикой для пигментов-наполнителей.

Выделенные оксиды цинка и железа были исследованы по гостированным методикам на плотность частиц, маслоемкость и *pH* водных вытяжек (таблица 2) и использованы в качестве пигментов-наполнителей в производстве масляных красок.

Таблица 2

Свойства пигментов-наполнителей

Наполнитель	Кажущаяся плотность, г/см^3	Маслоемкость, см^3/100 г	*pH* вытяжки
Каолин	2,54÷2,60	13÷20	5÷8
Мел	2,71÷2,72	10÷14	9÷10
ZnO (ГШ 1)	5,38÷5,44	24÷26	8÷10
Fe_2O_3 (ГШ 2)	4,79÷4,89	23÷26	8÷9
Fe_2O_3 (ГШ 3)	4,83÷4,91	23÷25	8÷9

Результаты проведенных испытаний показали соответствие свойств полученных оксидов свойствам традиционно используемых в промышленности пигментов-наполнителей (каолин, мел, слюда и др.). Пигменты использовались для приготовления масляных красок: цинковые белила и железный сурик, которые впоследствии были исследованы на содержание летучих и нелетучих веществ, укрывистость, время высыхания, вязкость и др. (таблица 3).

Таблица 3

Характеристики красок на основе пигментов-наполнителей

Характе-рис-тики	Содержание веществ, %		Услов-ная вяз-кость, с	Степень перети-ра, мкм	Укры-вис-тость, г/м^2	Время высыха-ния, ч	Относит. твер-дость
	лету-чих	нелету-чих					
ZnO (1)	4,9	95,1	61,3	32	59,3	22,8	0,063
Fe_2O_3 (2)	11,4	88,6	69,6	38	109,7	23,3	0,074
Fe_2O_3 (3)	2,2	97,8	60,7	28	85,2	21,6	0,083
ГОСТ	до 20	≥ 60,0	65-140	≤ 70	≤ 170	24,0	≥ 0,05

Показано, что величины исследованных параметров полученных красок отвечают требованиям ГОСТ 10503-71 «Краски масляные, готовые к применению».

Определена экономическая эффективность изготовления цинковых белил на основе пигмента-наполнителя ZnO, полученного из гальваношлама ООО «Сигнал-Недвижимость», стоимость которой сопоставима с рыночной стоимостью товарной краски марки «КВИЛ», что позволит полу-

чить предприятию годовую прибыль порядка 700 тыс. рублей от ее продажи и сделать вывод об экологической рентабельности данного проекта.

Технология извлечения никеля из гальваношлама

Гальваноотходы, содержащие большое количество ионов тяжелых металлов, при нахождении эффективного способа их переработки, могут служить источником получения ценных черных и цветных металлов. Учитывая, что соединения тяжелых металлов в земной коре зачастую составляют десятые и даже тысячные доли процента, перспективно использование ГШ для получения чистых металлов и их последующее применение в различных отраслях народного хозяйства [8]. Нами проведено изучение извлечения из никельсодержащего ГШ 2 ОАО «Роберт – Бош – Саратов» металлического никеля.

Для определения потенциала выделения металлического никеля проводили потенциодинамическую поляризацию рабочего электрода в 40 % растворе $NiSO_4$, при температуре 20±2 ^oC, в диапазоне потенциалов от 0 мВ до –900 мВ со скоростью развертки потенциала V_p=20 мВ/с, при которой достигалось стационарное состояние электрода (рис. 1). На потенциодинамической кривой обнаружено несколько участков изменения катодного тока. Пик тока в области потенциалов –450мВ...–520 мВ указывает на присутствие катионов Ni^{2+} в растворе электролита. Если учесть, что равновесный потенциал, характеризующий процесс выделения Ni в соответствии с реакцией:

$$Ni^{2+}+2e^-=Ni^0 (1)$$

равен –250 мВ (относительно нормального водородного электрода сравнения), то относительно хлорсеребряного электрода эта величина составит –473 мВ. То есть пик, обнаруженный нами в области потенциалов –450.. –520 мВ, свидетельствует о наличии катионов Ni^{2+} в объеме раствора. Последующее снижение скорости процесса, характеризующееся уменьшением величины катодного тока, указывает на обеднение раствора в катодном пространстве ионами Ni^{2+}, вследствие происходящего осаждения металла и за счет пассивации поверхности. В области потенциалов ниже –800 мВ процесс сопровождался выделением на катоде водорода в результате разряда ионов H^+ из кислого раствора (выделение пузырьков газа наблюдали визуально). На основе анализа потенциодинамической кривой нами выбрана область потенциалов выделения никеля от –400 мВ до –500 мВ.

Проведена серия экспериментов по выделению никеля на никелированном стеклографитовом электроде (рис. 2) в потенциостатическом режиме при потенциалах катодной поляризации от –400 мВ до –500 мВ (шаг 25 мВ). Путем интегрирования площади под кривыми определяли суммарное количество электричества ($Q=\Sigma(\Delta j\cdot\Delta t)$, мА·ч), затраченное в основном на выделение никеля (доля выделяющегося в этих условиях водорода невелика и не приводит к разогреву раствора и изменению хода реакции):

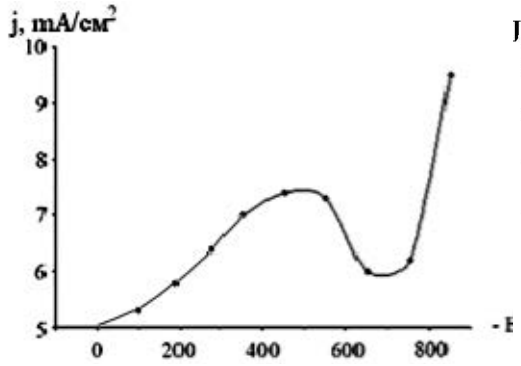


Рис. 1. Потенциодинамическая j,E-кривая (V_p=20 мВ/с), полученная на никелированном стеклографитовом электроде в 40 % растворе $NiSO_4$

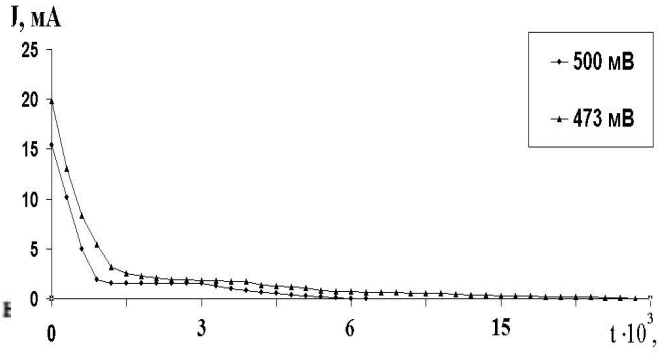


Рис. 2. Потенциостатические J,t-кривые, полученные при $E_{кп}$=–473 мВ и –500 мВ на никелированном стеклографитовом электроде в 40 % растворе $NiSO_4$

Массу выделившегося на катоде вещества при различных $-E_{кп}$ определяли по закону М. Фарадея ($m=q\cdot Q=q\cdot J\cdot t$, г). Полученные данные позволили установить, что наибольшее количество никеля извлекалось при потенциале $E_{кп}$= –473±2 мВ, близкие результаты получены и весовым методом (таблица 4).

Таблица 4

Сравнительные данные по извлечению никеля из 1 тонны ГШ 2 ОАО «Роберт-Бош-Саратов» при различных потенциалах катодной поляризации (расчетный и весовой методы)

$-E_{кп}$, мВ	400	425	450	475	500
m_{Ni}, кг, расчетный	1,50	2,10	3,70	9,20	2,50
m_{Ni}, кг, весовой	1,42	2,04	3,63	9,17	2,51

Учитывая, что на ОАО «Роберт-Бош-Саратов» за год образуется в среднем 200 тонн никельсодержащего гальваношлама, можно подсчитать прибыль предприятия при извлечении и продаже металлического никеля. Из одной тонны можно получить 9,2 кг никеля, соответственно, из 200 тонн – 1840 кг. Тогда при цене 18 500 $ за 1 тонну никеля годовая прибыль при получении и продаже никеля составит более 1 миллиона рублей.

Технология извлечения гидроксида никеля для изготовления катода никель-кадмиевого аккумулятора

На следующем этапе исследовалась возможность получения гидроксида никеля методом кислотно-щелочного растворения – осаждения из гальваношлама № 2 ОАО «Роберт-Бош-Саратов» и использования его в качестве активной массы положительного электрода (катода) никель-кадмиевого аккумулятора. В составе гальваношлама содержались

компоненты, определенные в аккредитованной лаборатории предприятия ОАО «Завод автономных источников тока» (таблица 5).

Таблица 5

Состав шламового осадка после ванны никелирования

Определяемый показатель	Влажность	Ионы цинка	Ионы меди	Ионы никеля	Ионы железа	Ионы хлора
Содержание, %	54,74	0,58	0,003	44,0	0,67	Ниже предела обнаружения

Для удаления избыточной влаги осадок сушили при 155 °С. Плотность выделенного вещества составила 3,96–4,12 г/см^3, что соответствует плотности товарного гидроксида никеля – 4,09–4,10 г/см^3. Таким образом, было получено подтверждение состава выделенного вещества. Выделенный $Ni(OH)_2$ по данным атомно-абсорбционной спектрофотометрии и дериватографического анализа содержал в своем составе остаточные количества исходных компонентов гальваношлама (таблица 6).

Таблица 6

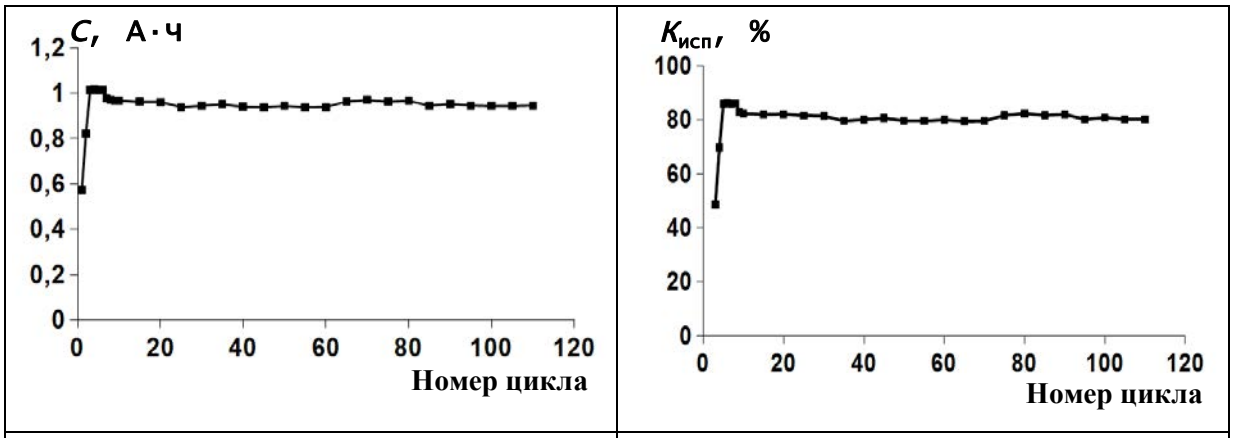
Данные дериватографического анализа образцов гидроксида никеля
(числитель – полученный,
знаменатель – ОАО «Завод автономных источников тока»)

Наименование Компонента	Количество, масс. %	Количество, масс. % по ГОСТ
Ni	54,8 / 60,9	не <58,5
Влага	3,5..3,6 / 0,6..3,5	0,5-5,4
Cu/Ni	0,008 / 0,006	не >0,015
Mg/Ni	0,120 / 0,080..0,118	не >0,15
Fe/Ni	0,108 / 0,02..0,03	не >0,12

Полученный $Ni(OH)_2$ использовали для изготовления катодов никель-кадмиевых аккумуляторов. Исследование химического состава вещества после предварительной подготовки, изготовление опытных образцов электродов, и макетные испытания проведены в лаборатории ОАО «Завод автономных источников тока» г. Саратова. Ситовой метод анализа позволил установить, что 94,2 % частиц гидроксида имели размер менее 15 мкм, что позволяет рекомендовать его для изготовления электродов без предварительного измельчения.

Выделенный гидроксид никеля имел высокое содержание сульфатионов, поэтому его тщательно отмывали дистиллированной водой методом декантации и добавляли в качестве компонента активной массы положи-

тельного электрода. Результаты проведенных макетных испытаний при формировке изготовленных электродов показали, что их емкость постепенно увеличивалась с циклированием (рис. 3, *а*). Если на первых двух циклах ее величина составляла 0,573–0,821 А·ч и характеризовалась низким коэффициентом использования ($K_{исп}$=48,7 и 69,6 %, соответственно), то на последующих циклах (3..100) эффективность циклирования составила 82,6–86,3 % (рис. 3, *б*).



а) *б)*

Рис. 3. Влияние длительности циклирования аккумуляторов с электродами (КН, KL), изготовленных из $Ni(OH)_2$, на электрохимические характеристики:
а – емкость; б – коэффициент использования активной массы

Полученные результаты позволяют рекомендовать выделенный гидроксид никеля для изготовления катодов перезаряжаемых источников тока.

Выводы

1. Показано, что из цинк- и железосодержащих гальваношламов можно получать качественные пигменты-наполнители. Установлены оптимальные условия процессов извлечения оксидов цинка и железа: *pH* осаждения гидроксидов железа (III) (*pH*=1,6..3,8) и цинка (*pH*=6,2..7,6), температура их дегидратации (600±2°С).

2. Определены основные параметры полученных пигментов-наполнителей (дисперсность частиц, маслоемкость, кажущаяся плотность) и красок – цинковые белила и железный сурик на их основе (относительная твердость покрытий, укрывистость, время высыхания краски и др.) Установлено их соответствие требованиям ГОСТ на получение лакокрасочных покрытий.

3. Выбраны оптимальные потенциостатические условия для эффективного извлечения металлического никеля из сульфатного раствора на основе никельсодержащего гальваношлама. При потенциале катодной по-

ляризации $E_{кп}$= –473±2 мВ (относительно хлорсеребряного электрода сравнения) можно извлечь более 9 кг чистого никеля из 1 т гальваношлама ОАО «Роберт-Бош-Саратов».

4. Установлено, что катод на основе гидроксида $Ni(OH)_2$, выделенного из гальваношлама (pH=7,0..9,0), при работе в условиях производственного режима отличается высокой стабильностью и длительностью разряда, имеет удовлетворительные параметры по емкости 0,93-1,0 А·ч и коэффициенту использования 83-86 % в течение 110 зарядно-разрядных циклов.

5. Дано эколого-экономическое обоснование процессов извлечения металлов и их гидроксидов из гальваношлама, установлено, что извлечение металлического никеля позволит получить ежегодную прибыль в сумме более 1 млн. рублей в год; при получении цинковых белил (ООО «Сигнал-Недвижимость») – порядка 700 тыс. рублей.

Литература

1. Попова С.С. Экологические аспекты переработки и утилизации гальваношламов [текст] / С.С. Попова, Л.Н. Ольшанская, В.А. Настасин // Экологические проблемы промышленных городов: сборник трудов / Под. ред. Т.И. Губиной. – Саратов: СГТУ, 2003. – С. 123-127.

2. Ремнева Т.А. Утилизация гальваношламов / Т.А. Ремнева, .И. Волков // Экология и промышленность России. – 2003. – Август. – С. 16-17.

3. Плакунова Е.В. Свойства шламов гальванических производств / Е.В. Плакунова, Е.А. Татаринцева, Л.Г. Панова // Экология и промышленность Росии. – 2005. – Март. – С. 38-39.

4. Козлов В.В. Утилизация гальваношламов / В.В.Козлов, М.М.Запарий, С.В. Верболь // Экология и промышленность России. – 1999. – Сентябрь. – С. 15-16.

5. Марьин В.К. Опыт утилизации промышленных отходов в Пензенской области / В.К. Марьин, Ю.С. Кузнецов, С.Ю. Новокрещенов // Экология и промышленность России. – 2005. – Май. – С 28-33.

6. Обезвреживание отходов гальванических производств / В.А. Бурмистров, В.И. Гриневич, А.Б. Корженевский, В.В. Костров [текст] // Экология и промышленность России. – 2000. – Март. – С. 33-34.

7. Верболь С.В. Обезвреживание гальваношламов с выделением металлов / С.В. Верболь, М.М. Запарий, В.В. Козлов // Экология и промышленность России. – 2000. – Апрель. – С. 28-29.

8. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с (С. 206-215).

Сорбционное концентрирование микроэлементов на неорганических сорбентах

Л.А. Марченко, А.А. Марченко, Е.И. Овчинникова
Кубанский государственный технологический университет

Негативное воздействие на окружающую среду может оказать любое вещество, но особая роль металлов связана с направлением технического и технологического развития цивилизации.

В настоящее время наиболее опасным действием на экологию оказывает миграция металлов, которые легко распространяются через гидросферу.

Исследования, проводимые в конце прошлого века многими учеными, позволили разработать широкий круг неорганических материалов.

К сожалению, данные исследования не смогли точно соответствовать требованиям, которые позволили бы широко применять их на практике.

В исследовании гидроксидов металлов в качестве сорбционного материала, неоднократно возникают проблемы в противоречии между их широким практическим применением и недостаточной изученностью. При изучении гидроксидов металлов часто возникают трудности. Заключаются они в том, что на свойства гидроксидов металлов и систем на их основе в значительной степени влияют большое число факторов, например, природа соли и осадителя, условия получения, их концентрация и др. Для получения наиболее полного представления об их структуре и составе необходимо применение комплекса физико-химических методов анализа.

Целью нашего исследования являлось получение неорганического сорбента на основе совместно осажденных гидроксидов магния и алюминия модифицированного полигексаметилен-гуанидином и органическими комплексообразующими реагентами: 8-оксихинолин-5-сульфокислотой, 2-меркаптобензимидазол-5-сульфокислотой и 1,8-диокинафталин-3,6-дисульфокислотой. Полученный композиционный сорбент предназначен для использования в процессах очистки сточных и природных вод от специфических загрязнителей.

Ранее мы синтезировали сорбент для очистки сточных вод, полученный путем щелочного соосаждения гидроксидов металлов при pH=9,6-10 из солей магния и алюминия, взятых в мольном соотношении 4:1, формирования осадка, гранулирования до размеров зерна не более 2,5-3 мм, сушки при 115-120°С (патент RU № 2343120).

Недостатками способа получения является получение сорбента к $[Fe(CN)_6]^{3-}$ и $[Fe(CN)_6]^{4-}$ с низкой селективностью к ионам тяжелых металлов. Задачей нового материала является разработка способа получения модифицированного сорбента для очистки нефтесодержащих и сточных вод. Техническим результатом является повышение селективности и избирательности сорбента.

Технический результат достигается тем, что в способ получения модифицированного сорбента для очистки нефтесодержащих и сточных вод, включающем щелочное соосаждение гидроксидов металлов при pH=8,9 из солей магния и алюминия, взятых в мольном соотношении 4:1, формирование осадка, гранулирования методом высушивания при температуре 115-120°С до размеров зерна не более 2,5-3 мм, при этом после формирования осадка проводят последовательное модифицирование полигексаметиленгуанидином и 1,8-диокинафталин-3,6-дисульфокислотой в диапазоне pH 8-9 до получения целевого продукта.

Совместно осажденные гидроксиды (СОГ) алюминия и магния получали непрерывным способом, сливая одновременно в пятикратный объем воды из трех бюреток 1,0 н. растворы нитратов алюминия, магния и гидроксида натрия. Раствор интенсивно перемешивался магнитной мешалкой, скорость сливания реагентов 2-3 мл в минуту, контролируя pH осаждения, pH 8,9. Гранулирование материалов проводили методом высушивания при температуре 20-25°С. Основную фракцию гранулированных материалов составляли частицы с размером 2,5-3 мм. Непрерывный способ позволил выдерживать постоянной pH осаждения и, регулируя стехиометрические количества исходных растворов, получить довольно чистые осадки гидроксидов металлов, не содержащие в своем составе основных солей, что способствует более легкому отмыванию от сорбированных ионов маточного раствора.

Полученные в процессе синтеза гранулы СОГ магния и алюминия представляют бипористый сорбент в виде агломератов из кристаллитов, в которых ионный обмен проходит и на поверхности кристаллитов, и внутри в виде диффузии в межслоевые пространства структуры кристаллитов.

Для модифицирования в качестве полимерного полиамина выбран полигесксаметиленгуанидин линейного строения:

Основным критерием выбора ПГМГ для создания промежуточного слоя между поверхностью неорганического оксида и комплексообразующим реагентом является удобное пространственное расположение первичных аминогрупп в гуанидиновой группировке, создающие благоприятные условия для образования водородных связей и позволяющее иметь первичные аминогруппы, не связанные с поверхностными гидроксильными группами.

ПГМГ – полиэлектролит, является наиболее сильным органическим основанием (pK_a~13,5), чем полиэтиленимин (pK_a~10). Поэтому в широком диапазоне pH растворов аминогруппы в ПГМГ протонированы, что способствует образованию водородных связей с гидроксильными группами поверхности СОГ, а также электростатическому взаимодействию с сульфогруппами реагентов.

Закрепление ПГМГ на любой гидроксилированной поверхности возможно без проведения любых химических процессов.

ПГМГ относится к 4-ой группы токсичности, следовательно, он безопасен в работе. ПГМГ доступен экономически.

Структура поверхностного слоя аминированного СОГ ставит ограничения к использованию органических реагентов, способных к образованию супрамолекулярных ансамблей. Основное требование к органическим реагентам, помимо их комплексообразующих свойств, сводится к необходимости наличия в составе органического реагента отрицательно заряженных групп, посредством которых реализуется закрепление органических реагентов на аминированной поверхности.

Закрепление органических реагентов осуществляется за счет электростатического взаимодействия между отрицательно заряженными группами органического реагента и протонированными первичными аминогруппами ПГМГ, не участвующими в образовании водородных связей с гидроксильными группами поверхности СОГ.

Немаловажное влияние на свойства сорбентов оказывает матрица. Неорганические сорбенты, обладающие различными модификациями, характеризуются огромным разнообразием по структуре, удельной поверхности, размерам пор, диаметрам частиц, количеству поверхностных гидроксильных групп. Для определения влияния этих факторов на свойства синтезируемых сорбентов на примере СОГ проведены исследования.

Выявлено то, что в широком диапазоне pH 2-9 степень извлечения неизменна и составляет порядка 10%. При pH<1 и pH>9 степень извлечения ПГМГ возрастает. Это, вероятно, связано с дальнейшей протонизацией (при pH<1) и образованием на поверхности СОГ полимолекулярных слоев ПГМГ, которые удаляются при обработке модифицированной поверхности растворами при pH 2-8, при этом на поверхности остается мономолекулярный слой. При pH> 10 начинается разрыхление поверхностного СОГ эффективной поверхности, что в свою очередь, приводит к увеличению степени извлечения ПГМГ.

Среди отрицательно заряженных групп органических реагентов: слабокислотных (карбоксильных, фосфорнокислых и т.д.), сильнокислотных (сульфогрупп), последние более предпочтительны. Сульфогруппа является производным сильной кислоты – серной – и в широком диапазоне кислотности диссоциирована, что облегчает ее электростатическое взаимодействие с протонированными первичными группами ПГМГ, не участвующими в образовании водородных связей с гидроксильными группами поверхности в широком диапазоне значений pH. Реагенты со слабокислотными группами закрепляются на поверхности модифицированных ПГМГ неорганических оксидов в очень узком диапазоне pH, а при изменении кислотности среды происходит их десорбция в раствор.

Установлено, что уже при однократной обработке СОГ 10 мл 0,1%-ного раствора ПГМГ достигается полное покрытие поверхности СОГ

макромолекулами ГПМГ с достижением полной сорбционной емкости сорбента.

В ходе последовательной обработки СОГ на поверхности образуется супрамолекулярная сетка из 3-х реагентов, связанных между собой межмолекулярными силами. При этом поверхность СОГ в этом случае может быть представлена как макромолекула с большим количеством гидроксогрупп .

В процессе последовательной обработки СОГ на поверхности образуется конфигурация из трех реагентов, связанных между собой межмолекулярными силами. Поверхность СОГ в данном случае может быть представлена как макромолекула с большим количеством гидроксогрупп.

С точки зрения технологии очистки сточных вод с получением оборотной технологической воды представляют интерес процесс извлечения ионов тяжелых металлов. Данные по эффективности извлечения ионов меди, свинца, цинка, никеля и кадмия из монокомпонентных растворов приведены в табл. 1. Расход сорбента составлял 500 мг/л.

Таблица 1.

мг/л	Медь		Кадмий		Цинк		Никель		Свинец	
	Сравн, мг/л	ξ, %	Сравн, мг/л	ξ, %	Сравн, мг/л	ξ, %	Сравн, мг/л	ξ, %	Сравн, мг/л	ξ, %
1	0,00	100,0	0,00	100,0	0,00	100,0	0,00	100,0	0,00	100,0
5	0,01	100,0	0,01	99,9	0,00	100,0	0,01	99,9	0,01	100,0
10	0,03	99,9	0,03	99,9	0,04	99,8	0,09	99,1	0,11	99,2
20	0,07	99,8	0,12	99,6	0,33	98,4	4,41	78,1	7,51	62,7
50	0,44	99,2	2,98	93,98	6,78	86,6	34,31	31,3	36,01	28,2
100	1,34	98,8	17,98	83,0	34,51	65,6	80,02	20,2	85,01	15,1

Анализ извлечения показывает, что при содержании элементов в растворе от 1 до 10 мг/л возможно полное извлечение металлов (100 %) из обрабатываемой воды.

При значительных концентрациях металлов в растворе достаточно высокий эффект извлечения наблюдается для таких ионов, как медь, цинк.

Результатом проведенных экспериментов по сорбции модифицирован-

ным сорбентом тяжелых металлов из монокомпонентных растворов следует считать установленный ряд активности металлов, который отражает способность минерала сорбировать одни ионы в большей мере, чем другие (явление селективности).

В приведенном ряду сорбент обладает наибольшей селективностью по отношению к ионам меди и наименьшей к свинцу:

$$Cu^{2} > Cd^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+}.$$

Установлено, что при взаимодействии сорбента с ионами Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} имеет место замещение ионов магния на катионы извлекаемых металлов, разрыв химических связей на поверхности сорбента, образование на поверхности сорбента аква- и гидроксо-комплексов , а также комплексов с органическими модификаторами.

Для изучения процессов сорбции на синтезированном сорбенте ионов металлов выполняли эксперименты в статических условиях методом переменных концентраций. Изучение сорбционной емкости сорбента проводили в статических по стандартизированным методикам, при этом использовали сферические гранулы с диаметром 3-3,5 мм. В качестве адсорбатов использовали катионы меди (II), кадмия (II), цинка и свинца (II), никеля(II). Опыты проводились по следующей методике: навески сорбентов помещали в конические колбы и заливали модельным раствором определенной концентрации и объема. Содержимое каждой из колб периодически перемешивали. Измерение остаточной концентрации в пробах производили через определенные промежутки времени. По полученным данным определяли сорбционную емкость сорбентов и строили кинетические кривые.

Сорбционную емкость сорбентов вычисляли по формуле:

$$\mathbf{A}=\frac{Cн - Cк}{m} * V \qquad (1)$$

где $C_н$ – начальная концентрация адсорбата в растворе, мг/л;

$C_к$ – конечная концентрация адсорбата в растворе, мг/л;

m – навеска сорбента, г;

V – объем модельного раствора, л.

Предварительные исследования показали, что наибольшую сорбционную емкость имеет сорбент, в котором в качестве органического реагента использована 8-оксихинолин-5-сульфокислота, а в качестве неорганической матрицы СОГ алюминия, железа (III) и магния. Все дальнейшие исследования проводились для данного сорбента.

Изотермы сорбции ионов меди (II), кадмия (II), цинка (II) в статических условиях приведены на рис. 1.

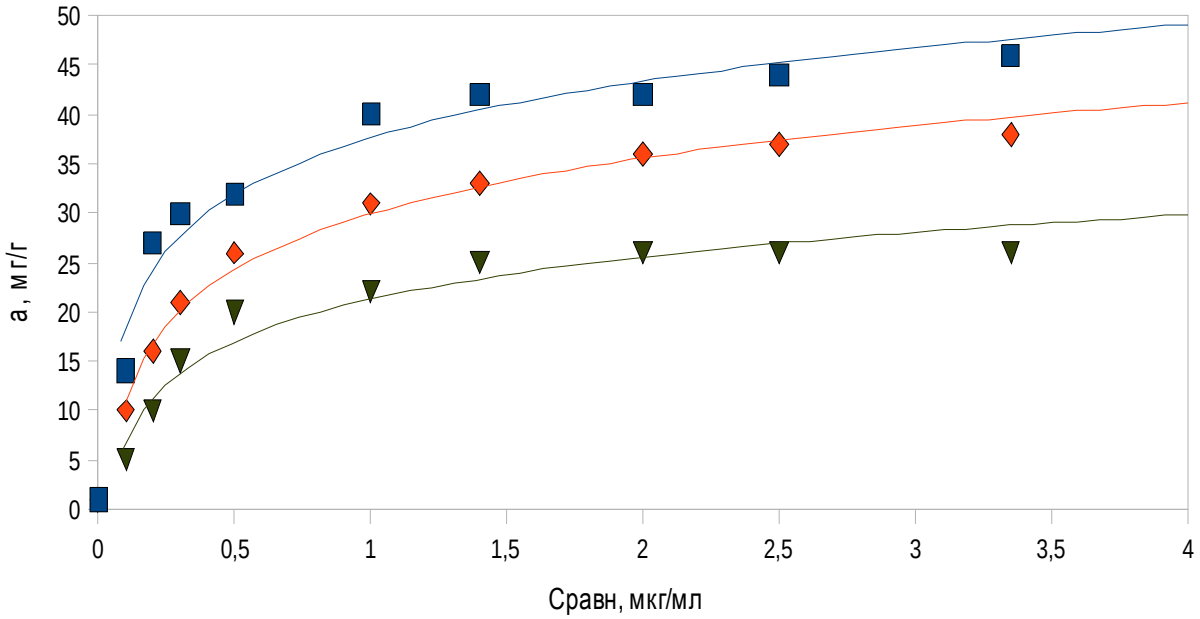


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов меди (II), кадмия (II), цинка (II) в статических условиях. 1– изотерма сорбции Cu^{2+}; 2 – изотерма сорбции Cd^{2+}; 3 – сорбции Zn^{2+}, 4 – изотерма сорбции Pb^{2+}

Представляет интерес изменение величины адсорбции в зависимости от исходной концентрации ионов металлов в растворе. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что для сорбента характерна высокая сорбционная емкость по отношению к ионам меди, цинку и несколько меньшая к никелю и свинцу. Эффективность использования сорбента для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов подтверждена испытаниями, проведенными на реальных сточных водах.

Литература

1. Марченко Л.А., Марченко А.А. Влияние совместно-осажденных гидроксидов на сорбцию ионов тяжелых металлов // Ж.Сорбционные и хроматографические процессы. – Воронеж. – 2009. – том 9. – выпуск 6. – С. 868-877.

2. Марченко Л.А., Марченко А.А., Шабанов А.С., Гакало А.С. Прикладные проблемы совершенствования сорбционного концентрирования ионов тяжелых металлов сорбентами со структурой брусита // Ж.В мире научных открытий. Красноярск. – 2010. – № 1 (07), часть 4, – С. 73-79

3. Марченко Л.А., Боковикова Т.Н., Шабанов А.С. Сорбционная доочистка сточных вод // Экология и промышленность России. – 2007. – Вып. 10. – С.53-58.

О гидродинамическом взаимодействии мешалки и перемешиваемой среды

О.В. Сташевская, Н.А. Марцулевич, В.В. Федотов
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Аппараты с механическим перемешиванием рабочей среды широко используются не только при реализации типовых химико-технологических процессов, но и для решения многих экологических задач, в том числе биологической обработке промышленных стоков, аэрации прудов и водоемов, очистке сточных вод и др. Опыт эксплуатации промышленных аппаратов с механическим перемешиванием показывает, что выход из строя аппаратов этого типа очень часто связан с усталостным разрушением элементов механического перемешивающего устройства (МПУ). Непосредственной причиной разрушения вала или мешалки является характер поведения напряжений в материале, которые в каждой точке МПУ меняются во времени. При этом мгновенное значение напряжений в некоторой точке материала представляет собой сумму регулярной и случайной составляющей. Первая обусловлена разностью скорости движения лопастей мешалки и средней окружной скорости перемешиваемой среды. Она определяется коэффициентом сопротивления лопастей и их числом. Хаотическая составляющая напряжений обусловлена присутствием в потоке турбулентных образований и других типов недетерминированного движения перемешиваемой среды.

При перемешивании сред в аппаратах большого диаметра обычно используют многовальные или планетарные МПУ, либо устройства с прецессионным движением вала мешалки. Задачей настоящей работы является количественная оценка действующих на лопасти усилий, которые носят регулярный характер и обусловлены взаимодействием лопастей вращающейся мешалки с осредненным потоком. Для простоты рассмотрим типовую лопастную мешалку (по АТК 24.201.17-90), которая обтекается однородным потоком жидкости. Полученные результаты могут быть легко обобщены на другие типы мешалок и поток жидкости с любым распределением скоростей.

При вращении мешалки, находящейся в направленном потоке жидкости, на ее лопасти действует переменная сила, величина которой в каждый момент времени зависит от угла между направлением потока и нормалью к поверхности лопасти. Минимальное значение указанной силы, близкое к нулю, достигается в момент, когда лопасть расположена «в профиль» по отношению к потоку. Напротив, наибольшее усилие лопасть испытывает тогда, когда она расположена поперек потока и совершает движение ему навстречу (рис. 1).

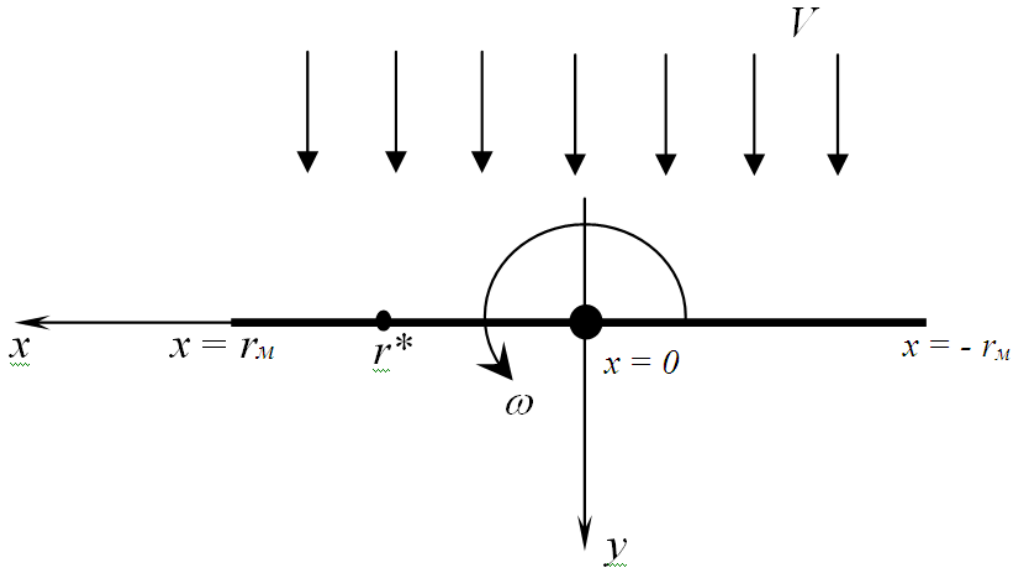


Рис. 1.

Ось O_x декартовой системы координат направим вдоль лопастей, совместив ее начало с осью вращения мешалки. Ось O_y направим вдоль потока жидкости. На малый элемент лопасти с площадью $h \cdot dx$, находящийся на расстоянии x от начала координат, со стороны жидкости действует сила:

$$dF = \xi \frac{\rho W(x)|W(x)|}{2} h dx, \qquad (1)$$

где ξ – коэффициент сопротивления лопасти мешалки, h – ее высота, ρ – плотность жидкости, $W(x)$ – относительная скорость жидкости и рассматриваемого элемента лопасти. Последняя, очевидно, равна:

$$W(x) = V - \omega x.$$

Здесь ω – угловая скорость вращения мешалки. Использование знака абсолютной величины в (1) позволяет учесть направление силы dF в зависимости от соотношения между скоростью жидкости V и линейной скоростью элемента лопасти. Полная сила, действующая на мешалку радиуса $r_м$, может быть записана следующим образом:

$$F^{\max} = \xi \frac{\rho h}{2} \int_{-r_м}^{r_м} (V - \omega x)|V - \omega x| dx. \qquad (2)$$

Интеграл в правой части этого соотношения вычислим для двух случаев. В первом случае ограничимся медленным вращением мешалки, считая что выполнено неравенство: $\omega r_м \le V$. В этом случае интегрирование в (2) дает:

$$F^{\max} = \xi \frac{\rho h}{2} \int_{-r_м}^{r_м} (V - \omega x)^2 dx = \xi \frac{\rho V^2}{2} h d_м + \xi \frac{\rho \omega^2 d_м^2}{24} h d_м. \qquad (3)$$

Здесь $d_м$ – диаметр мешалки. Первое слагаемое в правой части (3) равно силе гидравлического сопротивления, действующей на неподвиж-

ную мешалку. Второе слагаемое отражает дополнительную силу сопротивления, обусловленную вращением мешалки. Интересно оценить вклад этой силы в полное сопротивление на границе рассматриваемого диапазона угловых скоростей вращения мешалки. Полагая в (3) $\omega = V/ r_м$, получаем:

$$F^{\max}\Big|_{\omega=\frac{V}{r_m}} = \xi\frac{\rho V^2}{2}hd_м\cdot\frac{4}{3} \tag{4}$$

Таким образом, даже при медленном вращении мешалки ее вращение приводит к увеличению максимальной силы гидравлического сопротивления на 33%. Теперь рассмотрим случай, когда угловая скорость вращения мешалки удовлетворяет условию: $\omega r_м > V$. В этом случае интеграл в правой части соотношения (2) разобьем на два интеграла (см. рис. 1):

$$F^{\max} = \xi\frac{\rho h}{2}\left[\int_{-r_м}^{r^*}(V-\omega x)\left|V-\omega x\right|dx + \int_{r^*}^{r_м}(V-\omega x)\left|V-\omega x\right|dx\right]$$

Здесь r^* – координата точек лопасти, для которых $\omega r^* = V$. Тогда в первом интеграле выражение под знаком модуля положительно, а во втором интеграле – отрицательно. Учитывая это, после нескольких преобразований получим:

$$F^{\max} = \xi\frac{\rho V^2}{2}hr^*\left[\frac{2}{3}+2\left(\frac{r_m}{r^*}\right)^2\right]. \tag{5}$$

При небольших значениях ω вблизи границы рассматриваемого диапазона угловых скоростей, когда $\omega = V/ r_м$ и $r^* = r_м$, полученное соотношение, как и следовало ожидать, дает результат совпадающий с (4). При больших значениях ω максимальная сила гидравлического сопротивления возрастает пропорционально ω, и соотношение (5) преобразуется к виду:

$$F^{\max} \approx \xi\frac{\rho V^2}{2}hd_м\cdot\frac{\omega r_м}{V}. \tag{6}$$

Отсюда видно, что для быстроходных мешалок сила гидравлического сопротивления, действующая на лопасти, может достигать больших значений, вызывая в сварных швах циклические напряжения.

Аналогичные оценки могут быть получены для крутящего момента, действующего на вал мешалки и обусловленного разностью сил гидродинамического взаимодействия лопастей с потоком. Максимальное значение крутящего момента в тот момент времени, когда лопасти расположены поперек потока жидкости, очевидно, равно:

$$T^{\max} = \xi\frac{\rho h}{2}\int_{-r_м}^{r_м}(\omega x - V)\left|V-\omega x\right|x dx. \tag{7}$$

При медленном вращении мешалки ($\omega r_м \le V$) интегрирование этого выражения дает:

$$T^{\max} = \frac{2}{3}\xi\rho h\omega V r_м^3 = \frac{1}{12}\xi\rho h\omega V d_м^3, \tag{8}$$

откуда видно, что с ростом скорости V линейно возрастает величина крутящего момента на валу мешалки. Если же частота вращения стремится к нулю ($\omega \to 0$), то и величина крутящего момента также устремляется к нулю.

При быстром вращении мешалки ($V \le \omega r_м$) формула (7) после несложных преобразований дает:

$$\begin{aligned} T^{\max} &= \frac{1}{4}\xi\rho h\omega^2 r_м^4 + \xi\rho h\left[\frac{1}{2}V^2 r_м^2 - \frac{1}{12}\frac{V^4}{\omega^2}\right] = \frac{1}{64}\xi\rho h\omega^2 d_м^4 + \\ &+ \xi\rho h\left[\frac{1}{8}V^2 d_м^2 - \frac{1}{12}\frac{V^4}{\omega^2}\right] = \frac{1}{4}\xi\rho h\omega^2 r_м^4 + \xi\rho h\left[\frac{1}{2}\omega^2 (r^*)^2 r_м^2 - \frac{1}{6}\omega^2 (r^*)^4\right] \end{aligned} \tag{9}$$

Первое слагаемое (9) совпадает с выражением для крутящего момента на валу мешалки в случае, когда ее лопасти расположены вдоль потока жидкости (что соответствует случаю вращения мешалки в неподвижной жидкости):

$$T^{\min} = 2\xi\frac{\rho h}{2}\int_0^{r_м}(\omega r)^2 r dr = \frac{1}{4}\xi\rho h\omega^2 r_м^4 = \frac{1}{64}\xi\rho h\omega^2 d_м^4. \tag{10}$$

Следовательно, при малых значениях скорости набегающей жидкости ($V \to 0$) $T^{max} \to T^{min}$.

В заключение, отметим, что при $\omega = \frac{V}{r_м}$ и $r_м = r^*$, (т.е. вблизи границы рассматриваемого диапазона угловых скоростей) формулы (8) и (9) дают один и тот же результат

$$T^{\max}\Big|_{V=\omega r_м} = \frac{2}{3}\xi\rho h\omega^2 r_м^4 = \frac{1}{24}\xi\rho h\omega^2 d_м^4. \tag{11}$$

Полученные расчетные формулы свидетельствуют о периодичности с периодом π функций $F(t)$ и $T(t)$ и позволяют провести комплексный прочностной расчет вала и мешалки, в том числе расчет на усталостную прочность.

Применение теплового насоса для глубокой утилизации теплоты влажного вентиляционного воздуха в бассейне НИУ «МЭИ»

И.В. Яковлев, А.Б. Гаряев, С.П. Манчха,
В.Ю. Самойленко, И.В. Парёхина
Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»

В настоящее время использование нетрадиционных источников энергии, а также тепловых отходов является действенным средством сокращения выбросов в атмосферу продуктов сгорания органического топлива. Для крупных городов России, где теплоснабжение осуществляется от ТЭЦ или крупных котельных, замещение и экономия органического топлива приводит к уменьшению концентрации вредных веществ в воздухе над жилыми районами.

Одним из путей использования тепловых отходов являются теплонасосные установки, в которых производится трансформация теплоты на более высокий температурный уровень, достаточный для таких целей, как подогрев воды для нужд горячего водоснабжения, подогрев воздуха для систем приточной вентиляции, а также для отопления жилых, общественных и административных зданий.

В общественных зданиях экономия тепловой энергии может осуществляться за счет полезного использования теплоты воздуха, удаляемого из помещений системами вентиляции. Во многих случаях этот воздух содержит заметное количество водяного пара. При охлаждении воздуха ниже точки росы пар начинает конденсироваться. При этом выделяется т.н. «скрытая» теплота – теплота конденсации, которая может в несколько раз превышать «явную» теплоту, т.е. теплоту, связанную с изменением температуры влажного воздуха. Если данная теплота полезно используется, то описанный процесс в литературе получил название «глубокой утилизации» теплоты влажных газов.

С целью определения реальных технических характеристик и энергосберегающего эффекта, а также проведения научных исследований процессов тепло- и массообмена при конденсации парогазовой смеси была создана пилотная установка с применением теплонасосной установки (ТНУ) для глубокой утилизации теплоты влажного воздуха на базе плавательного бассейна спортивно-оздоровительного комплекса НИУ «МЭИ».

В качестве источника низкопотенциального тепла применяется влажный вытяжной воздух системы общеобменной вентиляции бассейна. Получаемое высокопотенциальное тепло используется на подогрев воды чаши бассейна, либо на частичное покрытие нужд системы горячего водоснабжения (ГВС).

Принципиальная схема применения ТНУ представлена на рис. 1.

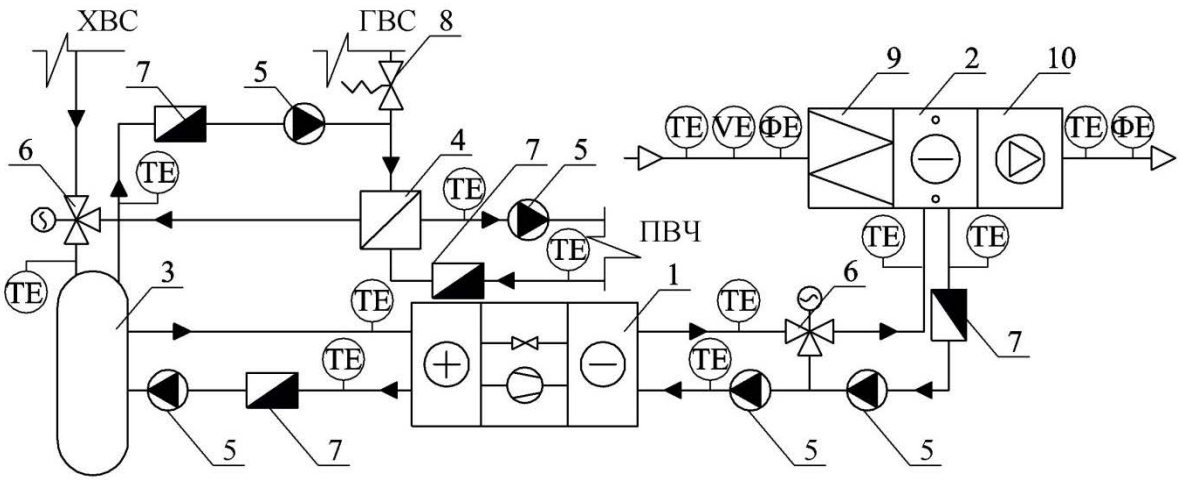


Рис. 1. Функциональная схема лаборатории для исследования процессов утилизации теплоты НИУ «МЭИ» [1]:
1 – теплонасосная установка; 2 – воздухоохладитель (трубчатый оребренный теплообменник); 3 – буферный бак накопитель; 4 – промежуточный теплообменник (пластинчатый теплообменник); 5 – циркуляционный насос; 6 – смешивающий клапан с электроприводом; 7 – электромагнитный расходомер; 8 – соленоидный клапан; 9 – фильтр карманный; 10 – вентилятор. ТЕ – термометр сопротивления платиновый (аналоговый датчик); GE – преобразователь скорости потока (аналоговый датчик); RE – емкостный датчик относительной влажности воздуха (аналоговый датчик)

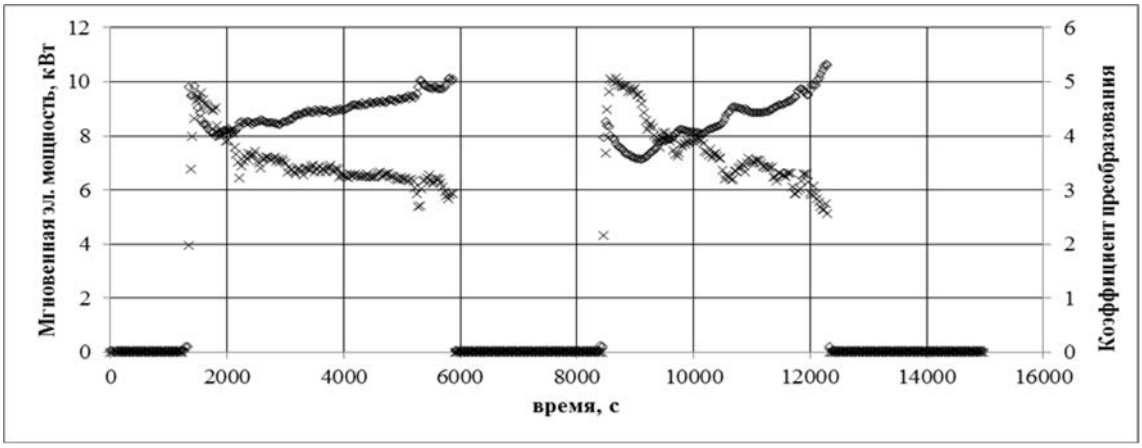
Основными элементами системы являются: теплонасосная установка (1); буферный бак-накопитель смешивающего типа (3); крышный вентилятор (10); утилизатор теплоты вытяжного воздуха в составе конденсационного теплообменника утилизатора (2) и циркуляционного контура с промежуточным теплоносителем.

Система утилизации теплоты влажного вытяжного воздуха работает следующим образом. Воздух, удаляемый из помещения бассейна с помощью крышного вентилятора (10), проходит через теплообменник-утилизатор (2), в котором полная теплота втяжного воздуха передается промежуточному теплоносителю (45%-ый пропиленгликоль). С помощью циркуляционного насоса (5) промежуточный теплоноситель направляется в испаритель ТНУ, в котором теплота передается рабочему телу цикла (R410A). Отвод полученной теплоты осуществляется в конденсаторе ТНУ, с помощью промежуточного теплоносителя (воды). Для аккумуляции тепловой энергии и обеспечения стабильной работы ТНУ (исключения частых стартов стопов при низком потреблении тепловой энергии) предусмотрен буферный бак-накопитель (3). Нагретая вода из бака-накопителя может использоваться в системе ГВС или в системе нагрева воды для чаши бассейна. Для исключения смешения потоков водопроводной и технической воды предусмотрен промежуточный теплообменник (4).

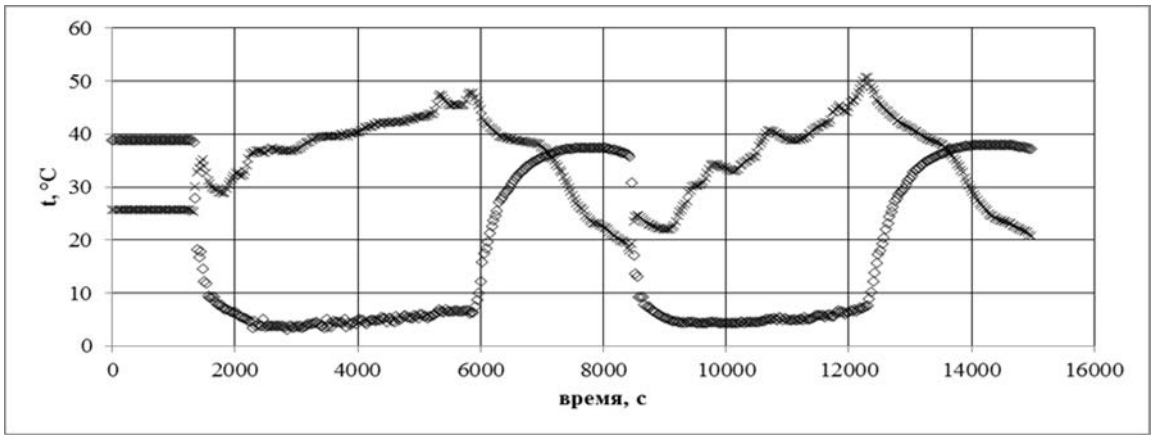
Установленные измерительные приборы позволяют определять следующие параметры: температуры фреона (в характерных точках цикла ТНУ), температуры теплоносителей, количество тепловой энергии (определяется с помощью теплосчетчика КМ-9), мгновенную электрическую мощность (потребляемую ТНУ, циркуляционными насосами, вытяжным вентилятором), параметры воздуха до и после утилизатора, расход воздуха, воды и антифриза. Запорная арматура, показывающие измерительные приборы, датчики перепада давления, измерители параметров рабочего тела ТНУ, дублирующие приборы на схеме (рис. 1) не показаны.

Управление системой и сбор данных с измерительных приборов осуществляется с помощью промышленного контроллера. Отображение, сохранение и архивирование данных для последующей обработки производится SCADA-системой на автоматизированном рабочем месте (АРМ) диспетчера. Для удобства работы диспетчера данные отображаются на мнемосхемах.

Характерные графики изменения параметров системы (мгновенная потребляемая электрическая мощность, коэффициент преобразования ТНУ, температура фреона на выходе из конденсатора и испарителя) по результатам измерений представлены на рис. 2. При обработке результатов переходные режимы (процесс запуска/останова компрессора) были исключены из полученного массива данных измерений с помощью графического изображения результатов.



а)



б)

Рис. 2. Графики изменения параметров системы:
а – мгновенная потребляемая электрическая мощность и коэффициент преобразования ТНУ; ◇ – мгновенное значение электрической мощности, кВт; × – коэффициент преобразования ТНУ; б – температура фреона на выходе из конденсатора, испарителя. ; ◇ – температура фреона на выходе из испарителя (с учетом перегрева); × – температура фреона на выходе из конденсатора (с учетом переохлаждения)

На рис. 3 показан график изменения во времени температур теплоносителей на входе и выходе испарителя и конденсатора ТНУ. Из-за наличия в системе бака аккумулятора выравнивается график теплоснабжения потребителя и уменьшается число пусков ТНУ, что увеличивает надежность работы системы. В то же время имеет место существенное изменение параметров теплоносителей на входе и выходе конденсатора и испарителя в период отключения ТНУ.

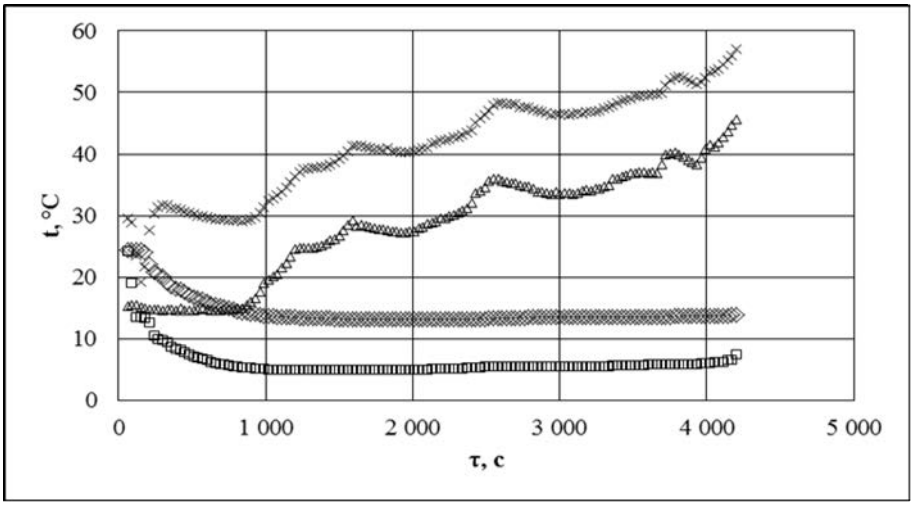


Рис. 3. Изменение температур теплоносителей (вода и 45% раствор пропиленгликоля) на входе и выходе из конденсатора и испарителя за время одного цикла включения ТНУ. ◇ – температура раствора пропиленгликоля на входе в испаритель, □ – температура раствора пропиленгликоля на выходе из испарителя, △ – температура воды на входе в конденсатор, × - – температура воды на выходе из конденсатора

На рис. 4 представлены графики изменения хладагента на выходе из испарителя и конденсатора. Температура фреона на выходе из испарителя быстро достигает заданных расчетных параметров, в то время как температура фреона на выходе из конденсатора изменяется на протяжении всего цикла включения ТНУ.

Подобное соотношение влияние на отношение получаемого полезного тепла и выработанной электроэнергии. График изменения получаемого полезного тепла и затраченной электроэнергии приведен на рис. 4.

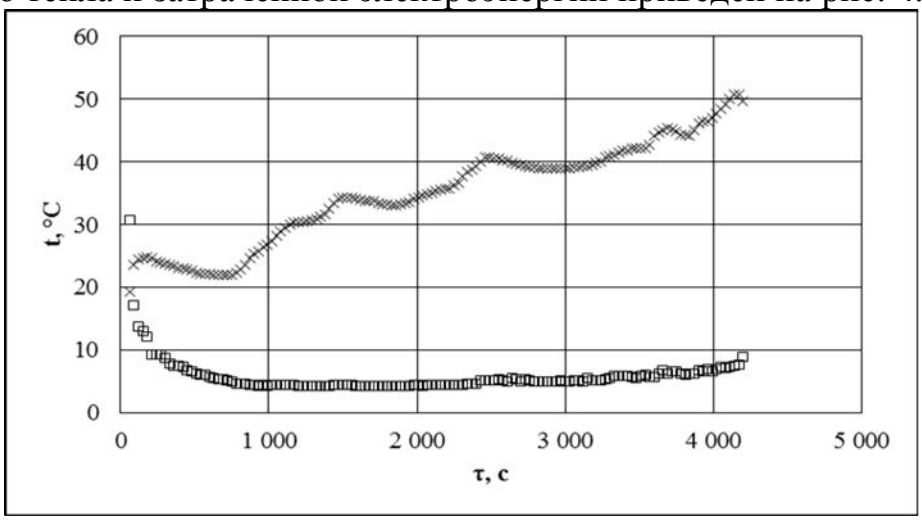


Рис. 4. Изменение температур хладагента (R407C) на выходе из испарителя и конденсатора ТНУ за время одного цикла включения; ◇ температура хладагента на выходе из испарителя, × – температура хладагента на выходе из конденсатора.

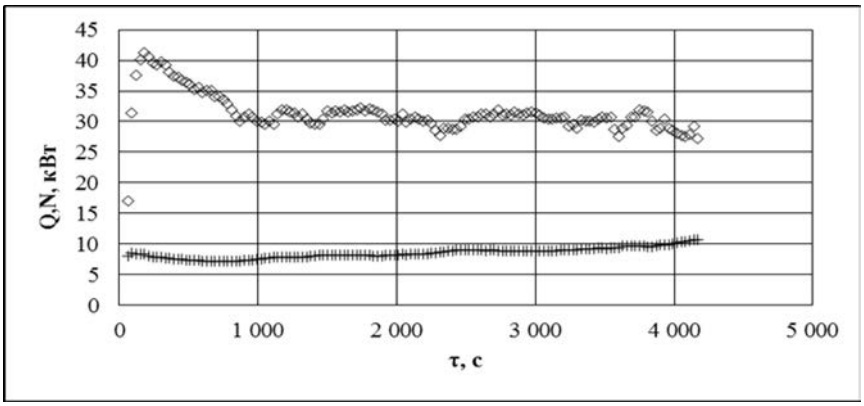


Рис. 5. Изменение во времени потребляемой компрессором электрической мощности и тепловой мощности, передаваемой потребителю за время одного цикла включения. ◇ – тепловая мощность, передаваемая потребителю, кВт; + - электрическая мощность, потребляемая компрессором, кВт.

Одной из целей работы было создание математической модели теплонасосной установки. Существует несколько общеизвестных подходов к созданию численных моделей теплонасосных установок. Один из них заключается в применении эмпирических зависимостей для расчета коэффициента трансформации [2-4]. Недостатком предлагаемых формул являются ограничения, связанные с принятыми начальными условиями при их полу-

чении. Например, если зависимость была получена для ТНУ без осуществления перегрева фреона, ее использование для расчета с учетом влияния значения перегрева может быть некорректным.

Довольно часто при создании численных моделей ТНУ применяется определение параметров фреона в характерных точках с помощью интерполяции. Основным недостатком этого подхода является необходимость хранения большого объема дополнительных источников данных, которые использует программа при расчетах (случайное удаление или потеря этих файлов приводит к нарушению работы программы). В настоящее время более удобной альтернативой является использование «облачного» сервиса, данная технология основана на использовании ссылок на функции, которые хранятся на удаленном сервере [5,6]. Данный сервис адаптирован для использования в среде *MathCAD*, однако его существенным недостатком является необходимость доступа в сеть.

Для расчета параметров фреона в характерных точках возможно также использование различных программных продуктов, в частности *CoolPack 1.46*, *Duprex 3.2*, *Solkane 6.0* и др., однако автоматическая интеграция результатов расчета в *MathCAD* в них не предусмотрена. В связи с вышеизложенным возникла необходимость в создании данной математической модели.

К расчету был принят парокомпрессионный тепловой насос с возможностью использования в схеме переохладителя. В качестве данных по теплофизическим свойствам рабочих тел была использована база программы *Duprex* 3.2. При определении параметров рабочего тела в характерных точках цикла решается комплекс полиноминальных и рациональных уравнений, которые были получены с помощью *TableCurve 2D/3D* [7] в требуемом диапазоне параметров.

Подробное описание модели изложено в работах [1,8].

В качестве исходных данных для расчета задается эффективность переохладителя, температура испарения, КПД компрессора, требуемые значение перегрева и переохлаждения фреона в испарителе и конденсаторе соответственно. Температура конденсации вычисляется в зависимости от требуемой температуры нагрева теплоприемника. Потери давления по тракту в расчете не учитываются.

На рис. 6 представлены соотношения расчетных и натурных значений коэффициента преобразования от температуры конденсатора. При проведении расчетов с помощью математической модели температура испарения была задана равной -5 и 2 °С соответственно; в соответствии с расчетными характеристиками значение перегрева и переохлаждения было принято 5 и 10°С соответственно, внутренний кпд компрессора 65%, электромеханический кпд компрессора 95 %. Как видно из рисунка, результаты, полученные с помощью созданной математической модели ТНУ (рабочее тело R410A), удовлетворительны.

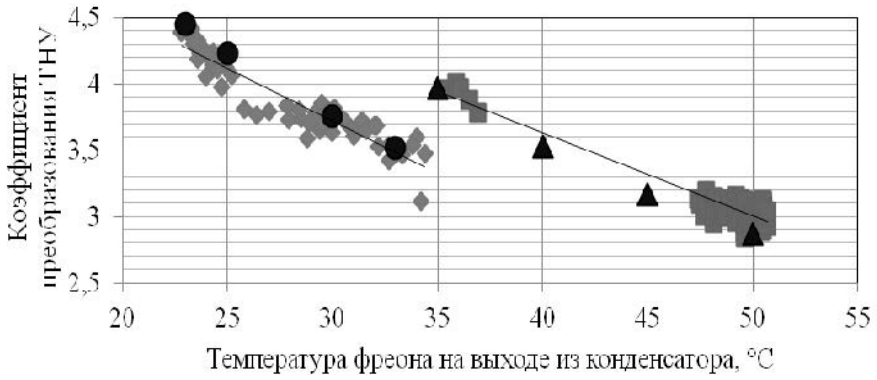


Рис. 6. График зависимости коэффициента преобразования ТНУ от температуры на выходе из конденсатора [1]: - численные исследования (температура испарения -5 °С); численные исследования (температура испарения 2 °С); - натурные испытания (температура испарения 2 °С); - натурные испытания (температура испарения -5 °С).

Экономический эффект от использования ТНУ в большой степени зависит от соотношения тарифов на электроэнергию и тепло, а также особенности схемы теплоснабжения объекта и степени загрузки потребителей вырабатываемой теплоты.

Проводимые исследования позволят разработать практические рекомендации по эксплуатации установки и выбору наилучших режимов ее работы.

Литература

1. Самойленко В.Ю. Оптимизация систем утилизации теплоты воздуха, удаляемого из помещений с повышенным влаговыделением // Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – М. – 2013.

2. Гуреев В.М. Повышение эффективности теплонасосных установок на основе численного и физического моделирования: Автореф. дисс...д-ра техн. наук. – Казань. – 2010. – 42с.

3. Гуреев В.М. Автономный энергокомплекс на базе двигателя внутреннего сгорания и теплового насоса: экспериментальное исследование // Холодильная техника. – 2010. – С. 38-42.

4. Мартыновский В.С. Тепловые насосы.– М.: Госэнергоиздат, 1985. – 191с.

5. «Облачный» сервис по свойствам рабочих веществ холодильных установок/ Очков В.Ф., Орлов К.А., Очков А.В. и др.//Вест. Международной академии холода. – 2013. – №2.

6. Расчет и графическая иллюстрация основных термодинамических циклов. Интерактивный интернет-справочник. [Электрон.ый ресурс]. – Режим доступа: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html.

7. Table Curve 3D, v.2.06. AISN Software Inc., 1995.

8. Чижмакова (Самойленко) В.Ю., Яковлев И.В. Применение теплонасосных установок для утилизации теплоты вытяжного воздуха в плавательных бассейнах// Вестник МЭИ. – 2013. - №2. С.

Методология и практика формирования системы платежей за загрязнение окружающей среды*

Т.Ш. Маликова, С.В. Николаева, И.О. Туктарова
Уфимский государственный университет экономики и сервиса

В статье рассмотрены аспекты формирования системы эмиссионных платежей. Проведен ретроспективный анализ методологии и практики формирования системы платежей за негативное воздействие на окружающую среду. Рассмотрены процессы включения экстернальных внешних издержек во внутренние путем прямого государственного регулирования или применения экономических механизмов. Рассмотрены нормативно-правовые акты взимания платежей за загрязнение окружающей среды. Предложена математическая модель определения функции полезности ухода от штрафных санкций для природопользователя.

Проблему экстерналий, связанные с ними издержки первым исследовал А.Пигу в работе «Экономика благосостояния» (1920). Для любого предприятия важнейшей целью является минимизация своих частных затрат для увеличения прибыли. И здесь простейший путь – экономия на собственных затратах. Производимые в этом случае экстерналии, внешние эффекты не учитываются самим предприятием, и соответственно затраты на их устранение не отражаются в цене товара. Оценка экстерналий, их отражение в цене является одной из сложнейших экономических проблем

Процесс включения экстерналий в рыночный механизм, т.е. превращение экстернальных внешних издержек во внутренние, отражение их в ценах называется интернализацией экстерналий. Одним из возможных путей учета общественных интересов является наложение специального налога на загрязнителей, по величине равного экстернальным издержкам. В теории они названы налогами Пигу (или Пигувианскими налогами).

Для трансформации экстернальных издержек во внутренние государство использует прямое регулирование (законы, нормативы, стандарты и т.д.) и экономические инструменты (налоги, платежи, субсидии и т.д.). Чтобы заставить оплачивать издержки от загрязнения окружающей среды самого природопользователя-загрязнителя и включать эти издержки в цену его продукции необходимо применение одного из фундаментальных экономических и правовых принципов – «загрязнитель платит».

---

* Материалы V Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды, 30 сентября – 6 октября 2013 г./под ред. А.А. Александрова и В.А. Девисилова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 177-181.

Принцип «загрязнитель платит» в России осуществляется в форме платы за негативное воздействие на окружающую среду, закрепленной в правовом плане Законом РФ «Об охране окружающей среды».

Система платежей за загрязнение окружающей среды была впервые введена в 1991 г. постановлением Совета Министров РСФСР от 9 января 1991 г. № 13 «Об утверждении на 1991 год нормативов платы за выбросы загрязняющих веществ в природную среду и порядка их применения», согласно которому в России повсеместно была введена плата за:

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников;

– сбросы загрязняющих веществ в водные объекты или на рельеф местности, в том числе осуществляемые предприятиями и организациями через системы коммунальной канализации;

– размещение отходов.

С учетом накопленного опыта взимания платежей в прошедшем периоде и с выходом Закона РСФСР от 19 декабря 1991 г. № 2060-1 «Об охране окружающей природной среды», Правительством Российской Федерации было принято постановление от 28 августа 1992 г. № 632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия». Согласно данному порядку была дополнена система платежей за счет других видов воздействия на окружающую среду (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия).

Для регионов и бассейнов рек были введены коэффициенты к нормативам платы, учитывающие экологические факторы – природно-климатические особенности территорий, значимость природных и социально-культурных особенностей.

Плата установлена за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ:

– в пределах предельно допустимых нормативов;

– в пределах установленных лимитов выбросов (сбросов) – в 5-кратном размере по отношению к нормативам;

– сверх установленного лимита – в 25-кратном размере по отношению к нормативам.

Платежи за предельно допустимые выбросы, сбросы загрязняющих веществ и лимитов размещения отходов осуществлялись за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а за их превышение – за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия.

Выполнение природоохранных мероприятий предприятиями за счет собственных средств могло осуществляться в зачет экологических платежей.

Таким образом, за 1991-1992 гг. была создана система экологических платежей и внебюджетных экологических фондов, которая решала природоохранные задачи.

В 2001 г. внебюджетные экологические фонды были упразднены и платежи за загрязнение окружающей среды перечислялись Федеральным казначейством в федеральный бюджет (19 %) и бюджеты субъектов Российской Федерации (81 %), налоговые органы осуществляли учет платежей за загрязнение окружающей среды и контроль за полнотой и своевременностью поступления данных платежей, в связи с чем, целевой характер расходования платежей за загрязнение окружающей среды на природоохранные цели был утрачен.

Развитие в последние годы бюджетного и налогового законодательства Российской Федерации, основу которого составляют Бюджетный кодекс и Налоговый кодекс Российской Федерации, привело к противоречивости некоторых положений постановления Правительства Российской Федерации № 632.

Решением Верховного Суда Российской Федерации от 28 марта 2002 г. № ГКПИ 2002-178 настоящее постановление Правительства Российской Федерации было признано незаконным (недействительным).

В соответствии с определением Конституционного Суда Российской Федерации от 10 декабря 2002 г. № 284-0 постановление Правительства Российской Федерации № 632 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 июня 2001 г. № 463) сохраняет силу и подлежит применению, а платежи за загрязнение окружающей среды признаны платежами неналогового характера.

В соответствии со ст. 15 Федерального закона «О федеральном бюджете на 2004 год» установлено, что в 2004 году плата за негативное воздействие на окружающую среду распределяется по следующим нормативам: в доход федерального бюджета – 20 процентов поступлений; в доходы бюджетов субъектов Российской Федерации – 80 процентов поступлений.

В 2004 г. налоговые органы не осуществляли администрирование указанных платежей и не был решен вопрос о передаче функций по контролю за полнотой и своевременностью поступления платежей Министерству природных ресурсов Российской Федерации.

Таким образом, в существующей системе платежей за негативное воздействие на окружающую среду отсутствует механизм администрирования платы и требуется усовершенствования экономического стимулирования проведения природоохранных мероприятий.

В целях реализации мер по восстановлению платежей за негативное воздействие на окружающую среду было принято постановление Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления». Основная задача принятия указанного постановления Правительства Российской Федерации – утверждение нормативов

платы за негативное воздействие на окружающую среду и коэффициентов, учитывающих экологические факторы.

Представляется, что одной из ведущих проблем в порядке взимания экологических платежей является выделение категории платежей за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в пределах временно согласованных нормативов (ВСН): временно согласованных сбросов и временно согласованных выбросов. Тем более известно, что со временем значения временно согласованных нормативов переходят в разряд предельно допустимых значений. Очевидно, что индивидуальные решения о предоставлении отдельным предприятиям возможности осуществлять плату за сверхнормативный выброс (сброс) именно по этой категории являются весьма субъективными и по своей сути существенно ограничивают возможности объективной оценки воздействия деятельности предприятий на окружающую среду. В результате завышение уровня лимита загрязнения приводит к снижению уровня возмещения финансовых средств на восстановление окружающей природной среды. Вероятно, выбросы и сбросы загрязняющих веществ, превышающие ПДВ и ПДС, в любом случае независимо от установленной для них категории платежей следует рассматривать как несоответствие, требующее корректирующих действий.

Представляется не вполне оправданным весьма сложный порядок определения платы за загрязнение через механизм учета взаимозависимостей ПДК–ПДВ, при отсутствии непрерывного мониторинга источников выбросов (сбросов) по подавляющему количеству загрязнителей. Как известно, ставки платежей установлены за выброс в атмосферный воздух более 200 наименований загрязнений и более 140 – за сброс в водные объекты, что предполагает согласование этих выбросов и сбросов по категориям предельно допустимых или временно согласованных, хотя инструментальный контроль осуществляется в лучшем случае по 10-15 вредным примесям.

В реальных условиях, когда показатели выбросов (сбросов) большинства загрязняющих веществ в окружающую среду устанавливаются в лучшем случае расчетным путем на основе учета технологических потерь, а в худшем – экспертно, исходя из общих соображений о характере технологического процесса, являющегося источником загрязнения окружающей среды, обоснованность этих показателей вызывает серьезные сомнения, а процедуры их согласования превращаются в некие «торги» между предприятием и специально уполномоченными государственными органами.

Экономические методы управления природопользованием основываются на учете и соблюдении противоречивых интересов общества и природопользователя. Общество заинтересовано в минимизации экологического ущерба (нарушений) окружающей природной среде от хозяйственной деятельности природопользователя, а последний – в сокращении природоохранных расходов. Решение проблем регулирования воздействия на окружающую

природную среду неотделима от решения задачи рационализации системы платежей за загрязнение окружающей среды.

Нами предложена модель функции полезности ухода от штрафных санкций для природопользователя, которая имеет следующий вид:

$$EU_{\text{п}} = (1 - P_{\text{В}} \cdot P_{\text{ПС}}) \cdot D + P_{\text{В}} \cdot P_{\text{ПС}}(D - 25 \cdot K_{\text{Э}} \cdot \Delta П_{\text{СЛ}}) > 0$$

После преобразований $(D - P_{\text{В}} \cdot P_{\text{ПС}} \cdot 25 \cdot K_{\text{Э}} \cdot \Delta П_{\text{СЛ}}) > 0$

D	- дополнительный доход природопользователя загрязнителя от уменьшения платежей за несанкционированное загрязнение атмосферного воздуха, руб;
$Р_{в}$	- вероятность наступления события сверхлимитных выбросов;
$Р_{пс}$	- вероятность применения санкций за сверхлимитные выбросы;
$\Delta П_{сл}=Н_{бн}(М_{i}-М_{лi})$	- денежная оценка сверхлимитных выбросов, руб./т.

Таким образом, с позиции природопользователя: Рпс < D / Рв·25·Кэ·ΔПсл, а с позиции общества: Рпс ≥ D / Рв·25·Кэ·ΔПсл. То есть, природопользователю выгодно не загрязнять окружающую среду, не платить штрафных санкций, увеличенных в 25-кратном размере. Предприятию лучше разработать план мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и проводить природоохранные мероприятия. А с позиции общества в целом необходимо ужесточить контроль за выбросами и сбросами загрязняющих веществ, тем самым принуждая предприятие не загрязнять окружающую среду.

Тем не менее, несмотря на все указанные проблемы, экологические платежи признаются пока самым эффективным экономическим инструментом из применяемых в настоящее время в сфере охраны окружающей среды, поскольку они способствуют повышению внимания к вопросам борьбы с загрязнением, улучшению инвентаризации источников загрязнения и мониторинга выбросов.

Литература

1. Ю.В. Бабина. Экономический механизм природопользования и охраны окружающей среды: Учеб. пособие/Под ред. проф. А.Т. Никитина, проф. МНЭПУ С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2003 – 152 с.

Научно-техническая информация

Международный государственный экологический
университет имени Андрея Дмитриевича Сахарова

ул. Долгобродская, 23220070, г. Минск, Республика Беларусь
Ректор – Дунай Валерий Иванович
тел.: +375 17 230-6998; факс: +375 17 230-68-97; e-mail: rector@iseu.by

Дорогие друзья!

Международный государственный экологический университет имени Андрея Дмитриевича Сахарова является ведущим в стране высшим учебным заведением экологического профиля. Создание Университета явилось ответом на чернобыльскую катастрофу, потребовавшую посмотреть новым взглядом на устойчивость существования человека на Земле, и осознанием того, что решать возникающие проблемы должны профессиональные кадры, владеющие соответствующим уровнем знаний и умениями применять их на практике.

За 22 года своего существования колледж по радиоэкологии преобразован в профильный Университет, приоритетной задачей которого стала подготовка специалистов для работы по национальным и международным программам и проектам в области ликвидации и прогнозирования последствий радиационных и других экологических аварий, анализа влияния радиации и других природных и техногенных факторов на различные экосистемы, диагностики и профилактики заболеваний, обусловленных неблагоприятными факторами окружающей среды, осуществления экологического мониторинга и аудита в других смежных областях.

Университет широко известен не только в Республике Беларусь, но и за рубежом. Мы активно сотрудничаем со многими странами мира. **Как признание заслуг Университета стало его утверждение в ноябре 2005 г. решением глав правительств государств-участников СНГ в качестве базовой организации по экологическому образованию.**

Наш Университет предоставляет огромные возможности для профессионального роста студентов. С учетом требований времени Университет готовит высококвалифицированных, экологически-грамотных специалистов, отвечающих потребностям рынка, идет непрерывный процесс совершенствования существующих и создания новых образовательных программ. Многое делается впервые: открываются новые кафедры, появляются новые специальности и направления. Иными словами, делается все, чтобы наши выпускники всегда были востребованы на рынке труда.

МГЭУ имени А.Д.Сахарова активно участвует в реализации Государственной программы по подготовке кадров для ядерной энергетики. В рамках этой программы мы тесно сотрудничаем с вузами Российской Федерации.

На базе Университета создан «Научно-исследовательский институт экологических проблем», который активно привлекает к выполнению научных исследований аспирантов, магистрантов и студентов, в том числе на оплачиваемой основе.

Наш Университет является исполнителем задания Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь. В рамках этого задания на базе учебно-научного комплекса «Волма» впервые в республике создана демонстрационная площадка возобновляемых источников энергии, где проводятся занятия студентов, повышение квалификации специалистов, научно-практические семинары. Студенты, обучающиеся по программе специальности «Ядерная и радиационная безопасность», проходят практику на учебно-научной станции «Хойники».

В соответствии с международным статусом Университета студенты углубленно изучают английский язык и второй иностранный язык, что позволяет профессионально общаться со специалистами других стран и работать с иностранной литературой.

МГЭУ имени А.Д.Сахарова имеет широкие международные связи. В настоящий момент заключены договора о сотрудничестве с более чем 40 учебными и научными центрами ближнего и дальнего зарубежья, в рамках которых осуществляются совместные международные проекты, академические обмены студентами и преподавателями, проводятся международные семинары и конференции.

Наши студенты принимают активное участие в различных международных проектах, конференциях, программах, таких как Проект Tempus - «Безопасность жизнедеятельности на территориях, загрязненных радионуклидами», Международная конференция «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI века» с участием ученых и специалистов из зарубежных стран, доклады которых публикуются в материалах конференции, Международная научная конференция молодых ученых, аспирантов, магистрантов, студентов «Актуальные экологические проблемы» и др. Мы создаем все условия для прохождения обучения и стажировок студентов, магистрантов, аспирантов в зарубежных центрах.

Студенты Университета распределяются в учреждения и организации, подчиненные Министерству образования, Министерству здравоохранения, Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды. Все обучающиеся за счет средств республиканского бюджета обеспечиваются первым рабочим местом.

Со дня основания на Университет была возложена огромная стратегическая задача - аккумулировать в себе все новое, передовое, прогрессивное, быть сосредоточением сил и знаний, которая позволяет не просто идти в ногу со временем, а на полшага опережать его.

Следуя своим многолетним традициям, Университет развивается и совершенствуется. Правильный выбор во многом определит Ваш трудовой путь. Диплом университета - гарантия трудоустройства, успеха и благополучия!

Добро пожаловать в наш Университет!

Ректор МГЭУ им. А.Д. Сахарова,
доктор биологических наук ***В.И. Дунай***

институт современных образовательных технологий
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Институт современных образовательных технологий (ИСОТ) МГТУ им. Н.Э. Баумана реализует на платной основе:

- программы довузовской подготовки;
- основные образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, специалитета, магистратуры;
- программы второго высшего образования;
- дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки;
- корпоративное обучение;
- индивидуальные программы.

Ежегодно по программам «Компьютерные технологии», «Промышленный дизайн», «Машиностроительные технологии», «Специальное машиностроение», «Энергомашиностроение», «Безопасность жизнедеятельности, гражданская оборона, мобилизационная подготовка и воинский учет», «Биомедицинская техника и здоровьесберегающие технологии», «Экономика и бизнес» и многим другим проходят обучение порядка 5000 человек.

По ряду образовательных программ обучение осуществляется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Возможна сетевая форма обучения, которая обеспечивает академическую мобильность обучающихся при использовании ресурсов нескольких организаций, в том числе иностранных, а также при участии ВУЗов - партнеров.

Учебный процесс обеспечивается профессорско–преподавательским составом МГТУ им. Н.Э. Баумана и ведущими специалистами отечественной промышленности и зарубежных фирм.

Проведение занятий возможно в учебных аудиториях организаций - заказчиков образовательных программ.

В рамках повышения качества кадрового потенциала специалистов инженерно-технического профиля отраслей промышленности и совершенствования структуры инженерной подготовки МГТУ им. Н.Э. Баумана участвует в реализации «Президентской программы повышения квалификации инженерных кадров» по направлениям:

- Высокоэффективные методы расчета конструкций и моделирования технологических процессов современными программными комплексами;
- Инновационные технологии и эффективное использование оборудования в машиностроении для военно-промышленного комплекса;
- Основы энергоменеджмента и повышения энергетической эффективности наукоемкого предприятия;
- Информационные технологии визуализации и прототипирования объектов конструкторских разработок, предназначенные для развития приоритетных направлений модернизации и технологического развития экономики России;
- Системное программирование;
- Системный анализ сложных аэрокосмических систем;
- Разработка, производство, техническое обслуживание, ремонт и контроль качества медицинской техники и изделий медицинского назначения;
- Технология проектирования ПЛИС фирмы ALTERA.

Существует возможность синтеза, корректировки и доработки программ в соответствии с интересами заказчика, что позволяет обучающимся получить уникальные знания и навыки, соответствующие предъявляемым квалификационным требованиям.

Институт современных образовательных технологий МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская, д.5, стр.1
8 (499) 263-66-05, isot@bmstu.ru, www.isot.bmstu.ru

Центр компьютерного обучения «Специалист» при МГТУ им. Н.Э.Баумана – ведущий компьютерный учебный центр России

В 2013 году нашему учебному центру исполнилось 22 года. На протяжении всех этих лет в Центре «Специалист» прошло обучение свыше 650 000 слушателей. Более 35 000 российских и зарубежных компаний доверяют «Специалисту» обучение своих сотрудников. Мы уже реализовали свыше 20 000 тысяч комплексных учебных проектов! Центр предлагает более 1000 авторских и сертифицированных программ обучения в расписании на год вперед.

Более 1000 курсов по 20 направлениям:

- **Сетевые технологии и информационная безопасность** (Microsoft, Linux, Cisco, VMware, EC Council)
- **Облачные технологии** (Microsoft System Center)
- **Настройка и ремонт ПК, Help Desk**
- **Программирование и базы данных** (Microsoft SQL Server, Oracle Database, Java, MS Access)
- **Интернет-технологии** (HTML, PHP, ASP, XML, MySQL, веб-маркетинг, CMS)
- **3D-моделирование, анимация, видеомонтаж** (3ds Max, Maya, V-ray)
- **Компьютерная графика** (Adobe Photoshop, Adobe Illustrtator, CorelDraw, Adobe InDesign)
- **САПР** (AutoCAD, Inventor, Civil, SolidWorks, Компас-3D, Revit ArchiCAD)
- **Подготовка пользователей** MS Office (Word, Excel, Outlook, PowerPoint)
- **Курсы Apple** (Mac, iPad, iPhone)
- **Управление проектами**
- **IT сервис-менеджмент** (ITIL, ITSM)
- **Менеджмент** (финансовый менеджмент и предпринимательство, логистика, продажи, маркетинг)
- **Бухгалтерский учет и налогообложение, 1С, МСФО**
- **Сметное дело**
- **Управление персоналом, кадровое дело**
- **Английский язык**
- **Курсы для школьников, подготовка к ЕГЭ и ГИА**
- **Мастер-классы за рубежом**
- **Soft-skills** (развитие личности)

Выбирая наш Центр, Вы выбираете лучшее!

Центр «Специалист» — это лучший учебный центр Microsoft с 2004 года и по настоящее время; ведущий центр сертифицированного обучения 1С; лучший учебный центр Autodesk в России; первый и крупнейший в России учебный центр Adobe Systems; крупнейший в России и первый в Москве учебный центр SolidWorks; единственный в Москве учебный центр Corel; авторизованный центр Apple. Более 40 ведущих мировых производителей программного обеспечения предоставили Центру «Специалист» право проводить авторизованное обучение по своим продуктам.

Ваш персональный менеджер ждет Вашего звонка по телефонам:

+7 (495) 780 4844 — отдел по работе с корпоративными клиентами,

+7 (495) 232 3216 — отдел по работе с физическими лицами.

Самая актуальная информация всегда представлена на нашем сайте www.specialist.ru.

Свидетельство о государственной аккредитации № 0092 от 15.11.2006,

Лицензия на право осуществления образовательной деятельности № 024563 от 26.08.2008.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана выпускает широкий спектр учебной, методической и научной литературы на высоком уровне для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также системы технических университетов и вузов России. Общий объем изданий ежегодно составляет более 1500 усл. печ. л. Тематика учебной литературы обеспечивает подготовку по всем основным направлениям обучения студентов в техническом университете: физико-математическим наукам, информатике и вычислительной технике, оптике, лазерной технике, машиностроению, приборостроению, энергетике, радиотехнике, экономике, праву и др.

Кроме отдельных книг по различным дисциплинам, издательство выпускает комплексы учебников следующих серий:

- Математика в техническом университете
- Механика в техническом университете
- Информатика в техническом университете
- Педагогика в техническом университете
- Электроника в техническом университете
- Иностранный язык в техническом университете
- Физика в техническом университете
- Робототехника в техническом университете

Более 20 лет Издательство выпускает журнал «Вестник МГТУ» – научно-теоретический и прикладной журнал широкого профиля, в котором публикуются наиболее значимые результаты фундаментальных и прикладных исследований, законченных разработок, выполненных в МГТУ им. Н.Э. Баумана, совместных разработок с другими институтами и организациями, а также работниками научных и производственных организаций. Журнал издается в трех сериях: «Приборостроение», «Машиностроение» и «Естественные науки». Периодичность выхода один раз в два месяца. Объем каждого номера составляет 12 усл. печ. л.

• В серии «Приборостроение» публикуются материалы по следующим направлениям: новые информационные технологии; системы управления; радиоэлектроника, оптика и лазерная техника; гироскопические и навигационные приборы; биомедицинская техника и технология.
• В серии «Машиностроение» представлены статьи по направлениям: современные проблемы технологии; проблемы энергетики; экономика и организация производства и др.
• В серии «Естественные науки» значительное внимание уделяется работам в области математики, физики, химии, теоретической механики, экологии, лингвистики, культурологии и других отраслей знаний, свойственных Исследовательскому техническому университету XXI века.

Приобрести книги можно по безналичному расчету, получив предварительно от Издательства счет на заказываемую литературу, сделав заранее заявку по телефону или электронной почте, а также за наличный расчет в книжных киосках Издательства.

По вопросам поставок и приобретения книжной продукции обращаться в отдел реализации:

105005 Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1
Тел.: 8 (495) 263-60-45
Факс: 8 (499) 261-45-97
press@bmstu.ru

В 2013 году в Издательстве вышла в свет монография «История создания и тенденции развития современных боеприпасов и взрывателей», автор Р.Н. Акиншин.

Объем: 208 стр. / 13 п.л.
Формат: 60x90/16
ISBN: 978-5-7038-3618-7

В монографии изложены концепции и подходы к созданию боеприпасов и взрывателей, освещены история их появления и наиболее значимые этапы исследований и разработок, приведено описание основных схемно-конструктивных решений.

Для научных работников, инженеров, преподавателей и студентов вузов, занимающихся исследованиями в области разработки перспективных боеприпасов и анализом соответствия их конструкций условиям боевого применения.

«Издательство Машиностроение»

издает научно-техническую литературу машиностроительного, оборонного, авиационного и космического направления. Это – учебники для вузов и колледжей, справочники для КБ, НИИ и заводов, периодические научно-технические журналы.

Издательство совместно с Российской академией наук работает над 40-томной энциклопедией «Машиностроение». В ней обобщены передовой опыт, современные достижения научно-технического развития в различных отраслях промышленности с учетом сложившихся мировых тенденций. В настоящее время вышло 36 томов.

Предшественник нашей энциклопедии «Машиностроение» – энциклопедический справочник «Машиностроение» в 15 томах был выпущен во исполнение постановления Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 05 марта 1944 года № 240.

Совместно с РАРАН (Российской академией ракетных и артиллерийских наук) уже несколько лет мы издаем «Справочную библиотеку разработчика-исследователя вооружения и военной техники», в которой обобщен опыт и знания выдающихся ученых и специалистов России в области военно-технических наук. Уже выпущено 11 томов.

Издательство выпускает серии: «Библиотека технолога», «Библиотека инструментальщика», «Библиотека конструктора», справочники для рабочих («Справочник сварщика», «Справочник фрезеровщика», «Справочник токаря-универсала», «Справочник кузнеца»). Выпущены справочники: «Ковка и штамповка» в 4 книгах, «Марочник сталей и сплавов», книги «Ракетная концепция системы противоастероидной защиты земли», «Наукоемкие технологии в машиностроении», «Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий».

Издательство выпускает 13 ежемесячных научно-технических и производственных журналов, включенных в перечень ВАК.

Выпускаемые нами учебники и справочники на протяжении многих лет являются базовой литературой для высшего и среднего профессионального образования и рекомендованы Учебно-методическими объединениями вузов РФ в качестве учебников и учебных пособий.

Нами собран уникальный коллектив авторов из числа известнейших ученых, деятелей науки и высококвалифицированных специалистов, работающих в различных отраслях промышленности.

На сегодняшний день все наши издания можно приобрести как на традиционных бумажных, так и на электронных носителях.

Адрес Издательства: 107076, г. Москва, Стромынский пер., д. 4
Тел. (499) 269 52 98, 269 66 00
e-mail: realiz@mashin.ru

ООО "ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ"

представляет новый журнал

«НАНОИНЖЕНЕРИЯ»

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

В журнале будут публиковаться статьи, обзоры, рекламные материалы, анонсы научно-технических конференций, выставок по проблемам доведения достижений нанотехнологии до инженерных решений в области приборостроения, машиностроения, энерге-тики, экологии и т.д.

От других "нанотехнологических" журналов гото-вящееся издание будет отличаться освещением технологических процессов и оборудования, систем управления, приборов и материалов уже готовых или реально перспективных для серийного и массового производства и имеющих устойчивые тенденции развития как эволюционного, так и скачкообразного, а также учебными материалами по новой специальности "Наноинженерия".

Стоимость одного номера – **1500 р.**

ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

- Технологические процессы в наноинженерии.
- Проектирование оборудования в наноинженерии.
- Системы автоматического управления в наноинженерии.
- Наноинженерия в приборостроении.
- Конструкционные наноструктурированные материалы.
- Подготовка кадров в наноинженерии.
- Информационные технологии в наноинженерии.
- Аналитическое оборудование и метрология в наноинженерии.

Объем журнала 48 полос

ЖУРНАЛ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО ПО ПОДПИСКЕ!

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

79280 – по каталогу агентства "Роспечать";
39534 – по объединенному каталогу "Пресса России";
10817 – по каталогу "Почта России"

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении или непосредственно в издательстве "Машиностроение" за наличный или безналичный расчет с любого номера и на любой период. Заявки на подписку принимаются по почте, электронной почте, телефону или факсу.

Телефон редакции: (499) 269-54-96. E-mail: nanoeng@mashin.ru. Http://www.mashin.ru
Адрес: 107076, Москва, Стромынский пер., д. 4,
ООО "Издательство Машиностроение"

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

научно-педагогический журнал

Журнал издается с 1992 года.
Периодичность – 12 номеров в год.
Распространяется в регионах России, в СНГ и за рубежом.

В журнале освещаются проблемы современного состояния высшей школы России, обсуждаются вопросы теории и практики гуманитарного, естественно-научного и инженерного высшего образования.

Журнал входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов научных исследований по направлениям:

- философия, социология и культурология;
- педагогика и психология;
- история;
- экономика и менеджмент.

Двухлетний импакт-фактор журнала «Высшее образование в России» в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) составляет 0,760 .

Уважаемые коллеги! Публикуясь в журнале с высоким импакт-фактором, Вы обеспечиваете себе высокий индекс Хирша.

Главный редактор: Сапунов Михаил Борисович
Зам. гл. редактора: Гогоненкова Евгения Аркадьевна, Огородникова Наталия Павловна
Менеджер по рекламе: Давыдова Дарья Владимировна

РЕДАКЦИЯ:
107045 Москва, ул. Садовая-Спасская, д.6, офис 201
Тел./факс (495) 608 93 04
E-mail: vovrus@inbox.ru, vovr@bk.ru
http://www.vovr.ru

Подписные индексы:
«Роспечать» – 73060, 82521
«Пресса России» – 16392, 83142

Подписку можно оформить в редакции.
Отдельные номера можно приобрести в розницу.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Научно-методический и информационный журнал

ISSN 1998-071X **DOI 10.12737/issn.1998-071X**

Свидетельство Роскомнадзора ПИ №ФС77-44004

Издательство - Научно-издательский центр "ИНФРА-М"

Включен в перечень журналов Высшей аттестационной комиссии, индекс научного цитирования (РИНЦ), научную электронную библиотеку (НЭБ), международный стандарт DOI

Содержание журнала ориентировано на рассмотрение комплекса вопросов, связанных с обеспечением безопасности в техносфере

Формат - А4, объем - 80-88 полос

Предназначен для:

- научных работников;
- практиков;
- преподавателей вузов;
- аспирантов;
- студентов;
- конструкторов и проектировщиков систем безопасности и защиты окружающей среды;
- риск-менеджеров, служб охраны труда и промышленной безопасности.

Сайты журнала: www.magbvt.ru, naukaru.ru

e-mail: magbvt@list.ru, bvt@magbvt.ru, mag12@infra-m.ru

тел.: (495) 380 05 40 (доб.501); (495) 363 42 70 (доб. 501)

факс: (495) 363 92 12

Адрес издательства: 127282, Россия, Москва, ул. Полярная, д. 31в, стр.1, журнал "БвТ"

Подписные индексы: Роспечать - 18316
Пресса России - 11237

Подписаться можно в альтернативных агентствах и издательстве

Приглашаем организации и авторов к публикации рекламы и статей

Научно-методическое издание

Экологическое образование и охрана окружающей среды

Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ

(Сборник статей, под редакцией А.А.Александрова)

Часть II

Составитель
и ответственный за выпуск: В.К.Балтян

Составители: В.А. Девисилов, Л.Н. Клочкова, В.А. Молотилов, А.С. Петраков, В.С. Савченко, Ю.Л. Ткаченко

Дирекция Ассоциации технических университетов

Межотраслевой учебно-научный центр «Технологическое образование»

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Деловой Центр экономического развития СНГ

Подписано в печать 24.02.2014.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 16,75.
Уч.-изд. л. 14,05. Тираж 500 экз.
МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, 5