

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
БРЕСТСКИЙ ОБЛАСТНОЙ КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**НОВОЕ
В ЭКОЛОГИИ
И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ
ОБЛАСТНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

БРЕСТ 2001

УДК 621.1.01. (0.75:8)

Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности / Материалы областной научно-технической конференции. Под ред. П.П. Строкач. – Брест: БГТУ, 2001. - с. 189

В сборник (научно-технической конференции) помещены материалы о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды, рассматриваются вопросы экологического образования и безопасности жизнедеятельности в ВУЗе.

Предназначен для преподавателей, научных, инженерно-технических работников, аспирантов и студентов, деятельность которых связана с решением экологических проблем.

Рецензент: Н.П. Ярчак; Академик международной академии наук Евразии, профессор кафедры химии Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина

ISBN 985-6584-28-0

©Брестский государственный технический университет 2001

Оглавление

Строкач П.П. Кафедра инженерной экологии и химии на пути интеграции образования, науки и производства.....	4
Самусевич В.П. О выполнении "национальной программы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды на 1996 – 2000 годы".....	7
Абрамчук Н.Н. Новый уголовный кодекс РБ об ответственности за преступления против природной среды и экологической безопасности.....	12
Самусевич М.В. Экономические реформы и их влияние на окружающую природную среду Федоров В.Г., Шведовский П.В., Лукша В.В. Концептуальные основы оптимизации решений экологических проблем.....	16
Кудиненко А.Д., Никончук И.А. Экологические аспекты развития населенных мест на территории белорусского поlessья.....	21
Пахомова Л.И. Экологическое образование и воспитание – важная задача третьего тысячелетия.....	28
Бурко О.П., Строкач П.П., Яловая Н.П. Психологический аспект повышения качества экологического образования в техническом вузе.....	31
Подолец Л.А. Вопросы экологического образования в курсе химии.....	34
Задачи об источниках загрязнения и загрязнителях природной воды.....	38
Задачи о природно-защитных мероприятиях.....	39
Басов С.В., Халецкий В.А. Экологический подход при построении лабораторного практикума по органической химии.....	40
Будкевич П.П. Использование и охрана водных ресурсов в Брестской области.....	44
Лаймуте Салицкайте-Буникене. Влияние антропогенных факторов на трофический статус водохранилища-охладителя Игналинской АЭС (озеро Дружкия).....	49
Шведовский П.В., Волчек А.А. Особенности прогноза экологической надежности агротехнических и ландшафтно-мелиоративных систем.....	56
Валуев В.Е., Цилиндь В.Ю. Расчеты годового стока малых рек Беларуси в зависимости от морфометрических особенностей водосборов.....	65
Головач А.П. Состав и свойства главных классов растворенных органических веществ поверхностных природных вод.....	71
Левчук Н.В., Строкач П.П., Калишук Н.С. Очистка природных вод от азотсодержащих соединений электроаулиацией.....	77
Строкач П.П., Яловая Н.П., Гулевич А.Л., Бурко О.П. Особенности обезжелезивания воды ОАО "Брестский чулочный комбинат".....	81
Пошта Л.Л. Повышение эффективности работы биологических фильтров при очистке сточных вод.....	86
Строкач П.П., Халецкий В.А., Батрак И.В., Гутерсон И.А. Удаление ионов цинка из сточных вод Брестского завода газовой аппаратуры.....	91
Черников И.А. Точечные устройства и окружающая среда.....	100
Глушко К.А. Технология очистки подземных вод от загрязнения и устройство для ее реализации.....	103
Ялковская Т.А. Утилизация отходов – одна из важнейших экологических проблем Брестской области.....	109
Северянин В.С. Новые способы огневого обезвреживания отходов.....	113
Буркин А.Н., Смелков В.К., Матвеев К.С. Использование вторичного термопластичного материала из отходов производства тафтинговых покрытий.....	117
Гулевич А.Л. Исследование микрофлоры воздуха закрытых помещений БГУ.....	119
Басов С.В. Экологические аспекты современного фотобизнеса.....	122
Тур Э.А., Строкач П.П. Экологически полноценные материалы специального назначения, модифицированные резорцинформальдегидными олигомерами.....	129
Детский И.Ф., Тур Э.А., Халецкий В.А. Современные экологически полноценные воднодисперсионные лакокрасочные материалы на основе стиролакриловых сополимеров.....	135
Химин П.Ф. Особенности проектирования природоохранных мероприятий при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.....	140
Монтик С.В. Использование технологии механотермического формирования для сокращения расхода твердого сплава.....	145
Лопачук О. Н. Экологическое страхование как экономический инструмент управления природопользованием.....	147
Емельяненко Т.А. Особенности почвенной очистки бытовых сточных вод.....	153
Воронин А.Г. Охрана водоемов от загрязнения сточными водами предприятий мясной промышленности.....	158
Лукша В.В. Определение стокоформирующих параметров водосборов малых рек Беларуси в экологических целях.....	164
Мороз В.В. Очистка концентрированных сточных вод молокоперерабатывающих предприятий в биореакторе с подъемной струей.....	170
Белорусов А.Н. Принципы улучшения экологической ситуации на мелиорируемых землях Полесья.....	176
Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю. Оптимизация метеорологической сети и обоснование репрезентативного периода наблюдений за атмосферными осадками.....	182

Строкач П.П.

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ И ХИМИИ НА ПУТИ ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

Кафедра инженерной экологии и химии функционирует с 1998 г. Она образована объединением кафедр инженерной экологии и химии.

За кафедрой закреплены такие дисциплины, как «Основы экологии», «Основы экологии и экономика природопользования», «Отраслевая экология», «Технология защиты гидросферы», «Охрана поверхностных и подземных вод», «Химия», «Химия воды и микробиология», «Органическая химия», «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях». Кроме того, преподаватели кафедры руководят курсовым проектированием, принимают зачеты и экзамены, консультируют разделы дипломных проектов студентов по охране окружающей среды и защите населения в чрезвычайных ситуациях.

С первых дней образования кафедры работа коллектива была направлена на создание квалифицированного состава. Сегодня из 15 преподавателей – 1 профессор, 6 доцентов, 4 старших преподавателя, 4 ассистента. Семь преподавателей работают после окончания аспирантуры и готовят диссертации к защите. Ряд преподавателей имеют ученые степени, звания и многолетний научно-педагогический стаж работы.

На высоком научно-техническом и методическом уровне учебный процесс ведут доценты П.Ф. Химин, В.С. Ульев, Л.А. Подolec, А.Л. Гулевич, Э.А. Тур, С.В. Басов; старшие преподаватели А.С. Хайко, Н.П. Яловая, В.А. Халецкий, В.Ю. Цилиндь; ассистенты А.П. Головач, Н.В. Левчук, В.А. Степанов, Ю.М. Левданский.

Строкач Петр Павлович. Профессор, кандидат технических наук, член корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии Брестский государственный технический университет (БГТУ).

Преподавателями кафедры обеспечивается высокое качество чтения лекций. В учебный процесс внедряются современные достижения экологической и химической науки и техники, осуществляется связь с производством. При выполнении практических занятий и лабораторных работ используется современное научное оборудование, компьютерная техника, новые методы исследований.

Активную помощь в организации учебного процесса оказывает учебно-вспомогательный персонал кафедры – выпускники высших учебных заведений: Н.Ф. Кукса, С.И. Петрова, А.А. Костюшка, Т.В. Фирсова, Е.К. Антонюк, Э.К. Денисюк, С.В. Снитко.

Материально-техническая база постепенно обновляется и обеспечивает проведение на должном уровне учебного процесса, научной и методической деятельности. Кафедра располагает 5-ю специализированными лабораториями для проведения учебной и научно-исследовательской работы.

По дисциплинам дневного и заочного обучения для всех специальностей впервые разработаны и утверждены в установленном порядке временные и рабочие программы. Преподавателями кафедры изданы учебник, ряд учебных пособий, более 20 методических указаний, используемых при чтении лекций, проведении практических занятий и лабораторных работ. Вопросы экологии внедрены во все химические дисциплины, материалы научно-методических исследований, публикуются в печати.

На научно-методических семинарах кафедры обсуждаются вопросы лучшей организации учебного процесса по экологии и химии. Преподаватели взаимопосещают занятия, проводят открытые лекции.

На кафедре ведутся госбюджетные и хоздоговорные исследования. Тематика исследований направлена на разработку технологий, защищающих окружающую природную среду от загрязнений. Это, например, разработка рациональных технологий по использованию отходов производства, уплотнению избыточного

активного ила, обезжелезиванию воды, экологическая паспортизация производственных цехов и объектов народного хозяйства, разработка методик определения органических веществ в воде и т.д.

По результатам научных исследований преподавателями кафедры за последние три года издано 1 справочное издание, опубликовано 38 научных статей, получен патент на изобретение, в учебный процесс внедрено 14 научных работ.

За время существования кафедры преподаватели приняли участие в 10 международных, республиканских, областных и внутривузовских конгрессах, конференциях и семинарах, которые проходили в г.г. Санкт-Петербург, Минск, Гродно, Брест. С докладами на международном конгрессе «Наука и образование на пороге XXI века» в 2000 г. успешно выступили и опубликовали свои доклады старшие преподаватели В.А. Халецкий и Н.П. Яловая.

Многие преподаватели активно внедряют в учебный процесс производственные достижения. Так, доцент Э.А. Тур и старший преподаватель В.А. Халецкий, работая на предприятии по производству лакокрасочных материалов, внесли ряд дополнений в лекционный курс и лабораторный практикум для студентов ряда специальностей.

Кафедра на протяжении многих лет успешно сотрудничает с Областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды. В результате этого сотрудничества мы имеем возможность знакомить студентов с самой новой нормативной, законодательной и справочной литературой по экологии, выпускаемой в Республике Беларусь. Специалисты облкомитета выступают перед студентами на проводимых в университете конференциях.

Фонд литературы библиотеки университета и кафедры по экологическим и химическим дисциплинам в основном обеспечивает самостоятельную работу студентов, однако, недостаточен, чтобы полностью удовлетворить их запросы.

Преподаватели кафедры постоянно повышают свою квалификацию на производстве, в передовых научных и учебных организациях г.г. Минска и Бреста.

Все поставленные задачи по образованию и воспитанию студентов кафедра выполняет. Одна из ее трудностей – недостаток необходимого количества современного оборудования и компьютерной техники.

В настоящее время кафедра ИЭиХ, используя тесную связь науки и производства, имеет возможность на должном уровне готовить высококвалифицированные инженерные кадры для народного хозяйства Республики Беларусь.

Самусевич В.П.

О ВЫПОЛНЕНИИ "НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА 1996 – 2000 ГОДЫ"

В ходе выполнения областных мероприятий по выполнению Национальной программы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды на 1996-2000 годы в Брестской области выполнено более 200 заданий, предусмотренных областными и региональными мероприятиями по реализации данной программы.

Внедрен в действие новый хозяйственный механизм природопользования на основе применения экономических методов управления.

Значительные работы проведены по созданию компьютерной системы сбора, систематизации, хранения и анализа экологической информации, экологическому картированию территорий.

Построено и реконструировано 15 очистных сооружений сточных вод общей мощностью около 11,1 тыс. м³/сутки. В том

Самусевич Владимир Павлович. Председатель областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды

числе, введены в эксплуатацию первая очередь пускового комплекса очистных сооружений г. Ивацевичи, канализационно-насосная станция, напорный коллектор г. Каменца, очистные сооружения профилактория Брестского отделения Белорусской железной дороги, Еремичской ПМК-52 Кобринского района. В г. Бресте построены напорные канализационные коллектора от камеры гашения КНС-9 до очистных сооружений и завершена реконструкция илосборников очистных сооружений. На очистных сооружениях г. Барановичи проведена реконструкция системы аэрации.

Ведутся работы по строительству очистных сооружений гг. Белоозерск, Ляховичи, Высокое, интенсификации Березовских, реконструкции Брестских, Барановичских, Лунинецких, Пинских очистных сооружений.

В проектах реконструкции очистных сооружений предусматривается внедрение современного, экономичного оборудования и технологий перекачки и очистки сточных вод западных и отечественных фирм.

Приборы учета сточных вод установлены на очистных сооружениях гг. Брест, Пинск, Кобрин, Луинец, Пружаны. Планируется установка приборов учета еще на 12 крупнейших очистных сооружениях области.

С целью улучшения водоснабжения в г. Бресте ведётся строительство водозабора «Северный», в г. Пинске – «Струмень», в г. Барановичи – III-й очереди водозабора «Щара-2». В г. Пружаны построена станция обезжелезивания, завершается интенсификация станций обезжелезивания в г. Брест, Пинск, Барановичи, продолжается строительство – в г. Ивацевичи.

Предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства гг. Брест, Пинск, Барановичи, Ивацевичи проведен комплекс строительных и ремонтно-профилактических работ на водозаборах и водопроводных сетях. Налажен постоянный лабораторный контроль по качеству питьевой воды.

Ведутся работы по реконструкции систем навозоудаления на животноводческих комплексах «Западный», «Остромечево», Брестского, «Беловежский», Каменецкого, «Восточное», «Мир», Барановичского и ряда других районов.

Объем оборотного и повторно последовательного использования воды в промышленности составил 81,5 процент при планируемых 75 процентах. Забор свежей воды из природных источников сократился на 1,4 процента.

По всем районам, за исключением Ляховичского, разработаны проекты по установлению водоохранных зон и прибрежных полос водоемов. В водоохранных зонах малых рек произведено обвалование 233 объектов, 242 объекта вынесены за пределы водоохранных зон.

Обеспечено выполнение заданий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников. При плане выбросов 50 тыс. т/год фактически они составили в 2000 году 33,6 тыс. т/год. Выбросы окислов азота и соединений серы стабилизированы на уровне 3,6 тыс. т/год и 15,5 тыс. т/год против плановых 4,0 тыс. т/год и 18,0 тыс. т/год соответственно. Мощность введенных установок улавливания и обезвреживания загрязняющих веществ и отводящих газов составила 115 тыс. м³/час при плане 72,5 тыс. м³/час.

Проведена определенная работа по улучшению культуртехнического состояния сельскохозяйственных угодий, вовлечению в их состав ранее неиспользованных земель. Ведется государственный земельный кадастр. Реализуется программа землеустроительных работ.

Выполнены предусмотренные Национальной программой задания по биологической защите сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. Во всех районах области подобраны и отведены земельные участки под размещение сельских полигонов для захоронения отходов. Всего их отведено по области 1029.

Построены и введены в эксплуатацию полигоны ТБО для городов Барановичи, Брест, Пружаны и Ружаны. На стадии завершения находится строительство полигонов для городов Дрогичин и Иваново. Продолжается строительство полигонов ТБО для городов Барановичи (2-я очередь), Жабинка, Пинск, Каменец, реконструкция полигонов для городов Лунинец, Малорита. Разрабатывается проектная документация на строительство биомехзавода по переработке отходов для г. Бреста.

Созданы производства по переработке отходов полиэтилена в черепицу на Синкевичском заводе "Полимер" Лунинецкого района, Барановичском заводе ЖБК и Ивановской ДСПМК-30. На Ивацевичском УЖ-15/5 производится переработка опилок в топливные брикеты. В деревне Стригово Кобринского района работает цех ЗАО "Экология-121" по переработке ртутных ламп. При долевом участии областного бюджетного фонда охраны природы ведётся строительство комплекса по переработке и захоронению токсичных отходов в Гомельской области.

Осуществляется целевая программа по рациональному использованию земель государственного лесного фонда, повышению продуктивности лесов. Лесистость области поддерживается на оптимальном уровне и составляет 36,9 процента (по данным земельного кадастра на 01. 01. 2001г.). Особое внимание уделено облесению земель в малолесистых районах Жабинковском, Кобринском, Березовском, Дрогичинском.

Площадь особо охраняемых природных территорий и объектов с учетом Национального парка «Беловежская пуща» составила 12,9 процента от общей площади области, что выше заданных Национальной программой. В области взято на учет 99 новых мест обитания /произрастания/ редких видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Под государственную охрану взяты старинные парки «Нижне-Теребежовский» и «Дубы черешчатые» в Столинском, «Гобрилево» в Березовском районах. Созданы ландшафтные заказники республи-

канского значения «Ольманские болота» площадью 94219 га и «Средняя Припять» площадью 68956 га. Ведутся работы по восстановлению и реконструкции старинных парков и архитектурно-парковых ансамблей. Достигнуты определенные позитивные результаты по экологическому образованию и воспитанию населения. Во всех высших и средних учебных заведениях программами предусмотрено изучение курсов по проблемам охраны окружающей среды. В г. Барановичи функционирует экологическая гимназия. Во многих общеобразовательных школах созданы специальные классы по углубленному изучению основ экологии, в 327 работают экологические кружки. Около 60000 школьников посещают кружки на станциях юных натуралистов. Проблемы экологии регулярно освещаются в средствах массовой информации.

За 1996-2000 годы на осуществление природоохранных мероприятий по оздоровлению экологической обстановки в области направлено более 2000,0 млн. рублей, в том числе из бюджетных фондов охраны природы 1004,4 млн. рублей. Вместе с тем из-за недостатка денежных средств по ряду направлений не в полном объеме обеспечено выполнение областных мероприятий. Так, не завершены работы по строительству, реконструкции очистных сооружений городов Брест, Береза, Белоозерск, Пинск, Высокое, Ляховичи, Луинец, Столин. Не обеспечено строительство полигона ТБО в городе Пинск, системы очистки отходящих газов известково-обжигательной печи на Березовском комбинате силикатных изделий. Не проведено в рамках программы по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС строительство газопроводов в Пинском, Луинецком, Столинском районах. В сложившейся ситуации комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды ходатайствовал перед Минприроды о включении данных объектов в разрабатываемую Республиканскую программу "Национальный план действий по рационально-

му использованию природных ресурсов и охраны окружающей среды на 2001-2005 годы." В настоящее время Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и Белорусским научно-исследовательским центром "Экология" подготовлен проект Национального плана действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды на 2001 – 2005 годы. План представляет собой логическое продолжение реализации природоохранных мер, предусмотренных предыдущими национальными программами по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

Абрамчук Н.Н.

НОВЫЙ УГОЛОВНЫЙ КОДЕКС РБ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ПРЕСТУПЛЕНИЯ ПРОТИВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В Уголовном Кодексе БССР 1960 г. статьи содержащие ответственность за преступления против природной среды и экологической безопасности были расположены в различных главах Кодекса. В новом УК РБ 1999г. впервые выделен одноименный раздел IX «Преступления против экологической безопасности и природной среды». Тем самым, придается большая значимость экологическим преступлениям в связи с возрастанием их общественной опасности. Задачей законодательства, в том числе и уголовного, является защита природной среды и экологии от опасных воздействий.

В настоящее время, когда вред, причиняемый природной среде, поражает различные элементы окружающей среды и оказывает влияние на жизнедеятельность людей – это закономерно. Человечество столкнулось с трудноразрешимыми экологическими проблемами, такими как загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов.

Абрамчук Нина Николаевна. Ассистент. Кафедра социально-политических и исторических наук БГТУ.

щение природных ресурсов, исчезновение многих видов растений и животных, ростом заболеваемости и смертности людей. Вред, причиняемый человеком природе и экологии часто необратим, а убытки часто невозможно подсчитать.

В части первой примечаний к гл. 26 IX раздела нового УК впервые в истории уголовного законодательства Беларуси дано законодательное определение экологического преступления: «преступлениями против экологической безопасности и природной среды признаются совершенные умышленно или по неосторожности общественно-опасные деяния, причинившие или могущие причинить вред земле, водам, недра, лесам, животному и растительному миру, атмосфере и другим природным объектам, отнесенным к таковым законодательством об охране окружающей среды, независимо от форм собственности».

В новом уголовном Кодексе изменился подход к экологическим преступлениям. Ранее объект экологических преступлений рассматривался лишь как общественные отношения по рациональному использованию и сохранению природных богатств. В настоящее время приоритетным становится охрана не только рационального использования природных богатств, но и защита жизненно важных экологических интересов человека.

Эти интересы вытекают или связаны с конституционным правом человека на чистую, безопасную для жизни окружающую среду. Таким образом, объектом защиты уголовного законодательства являются общественные отношения, обеспечивающие и экологическую безопасность обитания человека, и сохранность и рациональное использование природных ресурсов.

Экологическое преступление может характеризоваться как действием (использование запрещенных технологических процессов и т.д.), так и бездействием (отказ от установки очистных сооружений и т.д.).

В качестве общественно-опасных последствий в большинстве составов преступлений законодатель указывает физический

вред (смерть человека, заболевание людей) либо материальный ущерб.

Заболевание людей как следствие экологических преступлений представляет собой расстройство здоровья, повлекшее временную нетрудоспособность или хроническое заболевание либо иные функциональные расстройства здоровья, приведшие к стойкой утрате трудоспособности хотя бы одного человека.

Под ущербом понимается экологический вред, представляющий собой реальные прямые убытки, которые исчисляются исходя из стоимости имущественных потерь в природной среде или расходов на восстановление функций природного объекта.

Важное значение для оценки преступного материального ущерба имеет его размер. Учитывая значимость охраняемых природных объектов, законодатель в главе 26 УК закрепил дифференцированный подход в установлении критериев крупного и особо крупного ущерба: В примечании к данной главе записано «крупным размером ущерба при совершении экологических преступлений признается ущерб на сумму, в двести пятьдесят и более раз превышающую размер минимальной заработной платы, установленной на день совершения преступления, а особо крупным – в тысячу и более раз превышающую размер такой минимальной заработной платы». Но в случае посягательств на отношения, обеспечивающие нормальное функционирование леса, а также при совершении браконьерских действий критерии оценки ущерба снижены.

К отягчающим ответственность последствиям относятся такие последствия как смерть человека, эпидемии, эпизоотии, в некоторых составах преступлений место (например зона чрезвычайной ситуации или, зона экологического бедствия – ст. 269, 278, 282) и иные тяжкие последствия, устанавливаемые судом.

Новый Уголовный Кодекс устанавливает ответственность за 22 преступления против экологической безопасности и природной среды, из них 13 деяний, за которые ранее уголовной ответствен-

ности установлено не было. Это такие преступления как умышленное уничтожение или повреждение особо охраняемых природных объектов (ст. 264), нарушение требований экологической безопасности (ст. 265), прием в эксплуатацию экологически опасных объектов (ст. 266), принятие мер по ликвидации последствий нарушений экологического законодательства (ст. 267), сокрытие либо умышленное искажение сведений о загрязнении окружающей среды (ст. 268), уничтожение либо повреждение торфяников (ст. 270), нарушение правил охраны недр (ст. 271). Нарушение правил водопользования (ст. 273), загрязнение леса (ст. 275), нарушение правил безопасности при обращении с экологически опасными веществами и отходами (ст. 278), нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими, биологическими агентами и токсинами (ст. 279), уничтожение либо повреждение леса по неосторожности (ст. 276).

Классификацию преступлений против экологической безопасности можно произвести непосредственно по объектам преступлений:

- преступления, посягающие на экологическую безопасность при осуществлении специальных видов деятельности (ст.ст. 265-267, 278, 279 УК);
- преступления, нарушающие конституционное право граждан на получение достоверной и своевременной информации о состоянии окружающей среды (ст. 268 УК).

Преступления против природной среды можно классифицировать на:

- преступления, посягающие на природные объекты неживой природы (т.е. преступления, причиняющие вред земле, атмосферному воздуху, водам, недрам (ст.ст. 269-274 УК);
- преступления, посягающие на растительный мир (ст.ст. 275-277, 278 УК);
- преступления, посягающие на животный мир (ст.ст. 281-284 УК);

преступления, посягающие на особо охраняемые объекты и территории. (ст.ст. 263, 264 УК)

Литература

Уголовный Кодекс Республики Беларусь. Национальный центр правовой информации РБ. Мн, 1999.

Самусевич М.В.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕФОРМЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Различным этапам в развитии страны соответствует свой особый хозяйственный механизм.

Хозяйственный механизм природопользования недавнего прошлого характеризовали административно-командная направленность, почти абсолютная централизация всей природоохранной и ресурсосберегающей деятельности. Экономические методы управления в природопользовании получили меньшее развитие, чем в других отраслях. Задачи роста производства и охраны природы решались изолированно, при этом приоритет всегда отдавался производству.

Экономические реформы в нашей республике, вызванные в жизни политическими преобразованиями общества (распад СССР, государственная независимость и новый статус Беларуси), неизбежно привели к появлению новых акцентов в развитии хозяйственного механизма природопользования.

Структурные деформации экономики Беларуси, функционировавшей в рамках единого народнохозяйственного комплекса СССР, выразились в гипертрофированном развитии энерго- и материалоемких отраслей, ориентированных на привозное сырье и на вывоз большей части готовой продукции за пределы республики. С распадом Союза, разрывом хозяйственных связей Беларусь оказалась оторванной от источников сырья, а за импорт топлив-

Самусевич Мария Владимировна. Преподаватель-стажер. Кафедра социально-политических и исторических наук БГТУ.

но-энергетических и сырьевых ресурсов приходится платить слишком дорого. Как следствие этих процессов - спад производства, нарастание инфляционных процессов и разбалансированность потребительского рынка, расстройство денежного обращения и т.п. Положение усугубилось либеризацией цен без соответствующего развития рыночных механизмов, чрезмерной монополизацией производства, господством государственной собственности.

Кроме того, республика оказалась практически один на один с черныбыльской бедой, а решение проблем по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС требует огромных материальных и финансовых ресурсов. По данным НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь, на эти цели расходуется до 15% средств государственного бюджета. Особенно значительный спад производства произошел в энерго- и материалоемких отраслях: нефтеперерабатывающей, химической, топливной, черной металлургии, металлоемком машиностроении, целлюлозно-бумажной промышленности.

Ожидаемый в дальнейшем рост производства, переход к рыночным отношениям без изменения существующих принципов природопользования неотвратимо приведет к ухудшению экологической обстановки. Это закономерно, поскольку каждый производитель рассматривает экологические издержки как непроизводительные затраты, уменьшающие прибыль.

Резкое обострение экономической ситуации привело к ослаблению интереса к экологическим проблемам, однако, если решение долгосрочных экологических задач на какое-то время отодвигается, то текущая экологическая безопасность требует постоянного внимания.

В условиях перехода к рынку на первый план выступают экономические рычаги регулирования природопользования. С учетом зарубежного опыта такие рыночные регуляторы должны включать следующие меры: платность и налогообложение приро-

допользования (платежи за использование того или иного ресурса, налоги за выбросы загрязнений в воздушное пространство и сбросы в водные источники, за размещение твёрдых отходов); субсидии, льготные кредиты, дотации на приобретение очистного оборудования и другой экотехники; выплаты на единицу сокращения выбросов (сбросов) по сравнению с установленным лимитом; штрафные санкции за превышение лимитов негативных воздействий на окружающую среду; выпуск и продажу ограниченного количества лицензий (разрешений) на загрязнении окружающей среды (продажу их по принципу аукциона); возвращения вкладов за предотвращенный ущерб; перераспределение прав собственности для создания заинтересованности в улучшении состояния окружающей среды.

Экономический механизм управления природопользованием не является застывшей структурой, а должен постоянно развиваться и дополняться новыми методами с тем, чтобы отвечать качественно новому уровню экономики.

Вместе с тем экономическое воздействие на оптимизацию природопользования в переходный период невозможно без прямого государственного регулирования и контроля, которые должны проявляться прежде всего в форме четкого, совместимого с рыночной экономикой природоохранного законодательства; ограничений допустимых негативных воздействий на окружающую среду путем принятия строгих экологических нормативов и стандартов качества окружающей среды; сертификации оборудования исходя из требований сохранения природы; государственного заказа на экотехнику (и экотехнологии) и проведение природоохранных мероприятий.

При отсутствии серьезной, научно обоснованной нормативно-правовой базы нельзя рассчитывать на действенность экономического блока хозяйственного механизма природопользования. Новая общественно-политическая и социально-экономическая ситуация в Беларуси обуславливает необходимость разработки и

введения в действие законодательно-нормативной системы природопользования, отвечающей требованиям времени, т.е. обеспечивающей безопасные условия жизни народа и устойчивое экономическое развитие.

В новых условиях хозяйствования нельзя не учитывать огромную значимость морально-психологического воздействия: гласности, общественных движений, социального давления и т.п. Административно-бюрократическая система полностью лишила общественность возможности влияния на экологическую ситуацию в стране, участия в природоохранной деятельности, в контроле над состоянием окружающей среды, в которой приходилось жить и работать. Информация об экологической обстановке строго дозировалась и нередко искажалась. Особенно ярко это проявилось в освещении радиационной ситуации в Беларуси после чернобыльской катастрофы, чем был нанесен огромный ущерб здоровью людей. Часто необходимая информация об источниках и уровнях загрязнения вообще отсутствует, поскольку ее сбор не осуществлялся как из-за низкой экологической культуры, так и из-за недостатка финансовых возможностей, необходимого оборудования, методик сбора и т.п.

Природопользование не является изолированным сектором экономики, а, напротив, теснейшим образом зависит от результатов социально-экономических преобразований, целью которых должно стать создание гарантированно безопасных, экологически здоровых условий жизни.

Формирование прогрессивной экологической политики требует признания органами управления государства того, что улучшение состояния окружающей среды и обеспечение устойчивого экономического развития являются важнейшими взаимосвязанными задачами общества, а экологическую безопасность следует считать приоритетом государственного значения.

В Беларуси к настоящему времени разработан ряд государственных программ, имеющих отношение к структурной пере-

стройке экономики, которая должна привести к положительным результатам и в сфере экологии. Это программы по конверсии оборонного комплекса, ресурсосбережению, продовольствию, энергетике, научно-техническому прогрессу, предпринимательству и, наконец, Программа структурной перестройки экономики Республики Беларусь. Целью этих программ является создание такой структуры экономики, таких технологических способов производства, при которых было бы достигнуто максимальное снижение материало-, топливо- и энергоемкости производства и непроизводственной сферы. Перестройка технологической структуры должна осуществляться исходя из критериев ресурсосбережения, создания экологически чистых технологий, конкурентоспособности производимой продукции. Реализация программ обеспечивает не только преодоление экономического кризиса, но и создание экологической безопасности всех граждан, и рациональное природопользование.

Литература

1. Национальная программа рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды на 1996-2000 годы (изд. БелНИЦ "Экология", Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ)
2. Система государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием в РБ (М.1997 г., Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ)
3. Основы экономики природопользования (О.С. Шимова, Н.К. Соколовский, Минск, 1995 г.)
4. Постановление Совета Министров РБ №530 от 02.04.1998 г. "О бюджетных фондах охраны природы РБ."
5. Классификатор видов природоохранной деятельности и затрат на охрану окружающей среды. Минск 1997 г. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Федоров В.Г., Шведовский П.В., Лукша В.В.

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

Аннотация: Даны концептуальные основы оптимизации решений экологических проблем. Описаны разработанные иерархическая модель природных и техноприродных объектов и критериальная система экологической устойчивости, определяющие структуру составных подсистем (вспомогательных, прикладных и прогнозных), оптимизирующих решение экологических проблем.

Ключевые слова: Экология, проблемы, структура, система, объект, модель, оптимизация.

Сегодня неоспорим тот факт, что все экологические проблемы – это составная часть проблемы оптимального природопользования, которая, в свою очередь, определяется особенностями функционирования глобальной системы «Преобразующий комплекс – Природная Среда» (ПК-ПС) со структурной функцией типа – $S = \{S_1, S_2, S_3\}$

где S_1 – производственная (экономико-социальная), S_2 – физико-географическая (ландшафтная), S_3 – глобально-синтезирующая (научно-технический прогресс и планетарные изменения климата и геотектоники) подсистемы.

В настоящее время большая часть экологических исследований непропорционально сосредоточена на констатирующих наблюдениях, т.е. мониторинге систем и территорий. Однако даже самая современная мониторинговая система может дать ответ только на вопрос – соответствовало ли в прошлом состояние системы желаемому.

Федоров Владислав Германович. Ректор БГТУ. Профессор. Кандидат технических наук, Академик Белорусской инженерной академии.

Шведовский Петр Владимирович. Профессор, кандидат технических наук. Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии БГТУ.

Лукша Владимир Валентинович. Ассистент. Кафедра сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций БГТУ.

Следует также отметить и тот факт, что сегодня, при множестве альтернатив формирования систем, крайне ограничены возможности анализа их последствий. Осуществление его на эвристическом уровне, когда учитываются только общие закономерности, без знания сложных транзитивных цепочек взаимодействий в системе, зачастую создает иллюзию решения экологических проблем, которые в действительности могут перейти в надсистему другого уровня (из локальных в региональные и т.п.) или же переместиться в пространстве и сдвинуться во времени.

Поэтому ни детальность, ни достоверность исследований отдельных процессов не могут оптимизировать решения в области экологических проблем. Это реально только при знании функционирования природных, антропогенных и антропогенизированных систем, т.е. структурирования ее на основе системного рассмотрения как элемента проблемы принятия решения, с анализом составляющих взаимосвязанных компонентов в системах различного иерархического уровня.

При этом необходим не традиционный подход – изучив основные процессы и взаимосвязи, объединить частные знания в общее, а наоборот – из концептуального синтезирующего рассмотрения проблемы установить приоритеты, необходимость и возможность исследования частных составляющих ее компонент.

Разработанная нами концептуально-иерархическая модель любого природного и техноприродного объектов представлена на рисунке 1.

Общие закономерности их эволюции, т.е. перехода из одного состояния в другое $T_1 \rightarrow T_2$, или переход в геотехсистемы _{гео} определенной структуры могут быть отражены через следующую элементарную структуру: геосистема (высший уровень) → экологический каркас (низший уровень) ⇒ компенсационно-ресурсная сеть ⇒ антропогенный каркас (низший уровень) → геотехсистема (высший уровень).

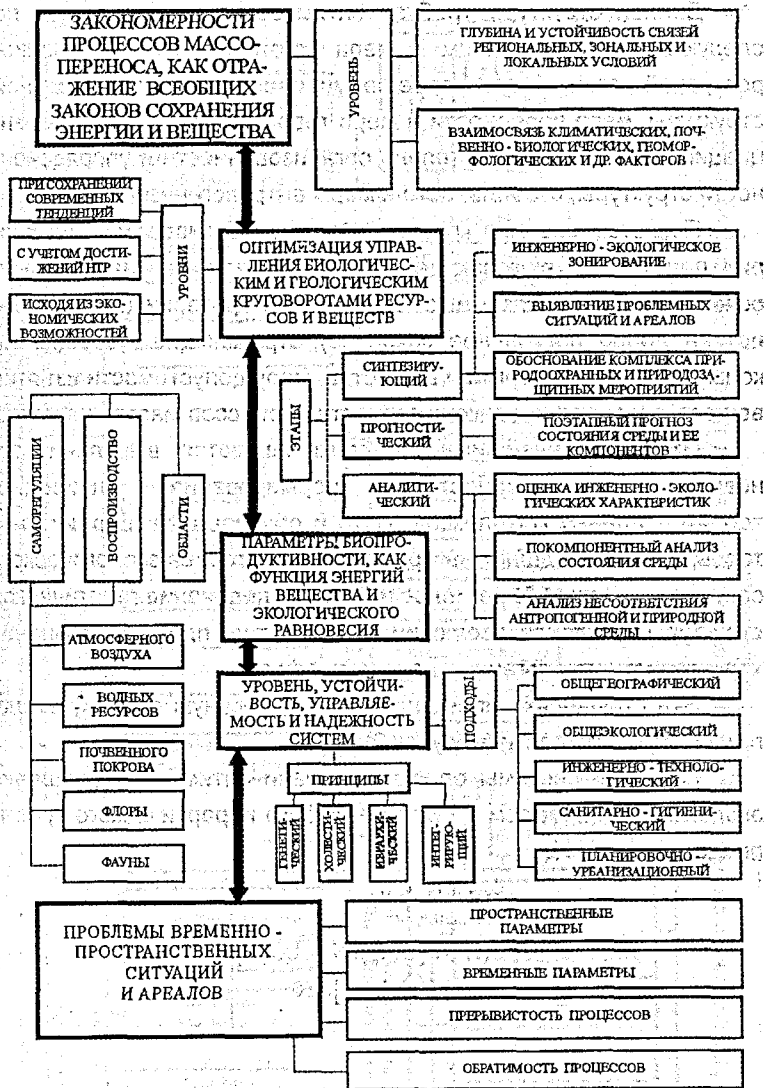


Рис. 1 Концептуально-иерархическая модель природной и техноприродной (антропогенной и антропогенной) систем (объектов)

Данная структура требует оптимизации, как минимум, по следующим направлениям — мера связности компенсационно-ресурсной сети, мера переформирования пространственной структуры, мера полярности и мера территориальной дифференциации, определяющим степень организованности и упорядоченности структуры, стабильности и меры антропогенеза.

При этом система критериев должна базироваться на теории полезности, включающей сбалансированные "материально осязаемые" и "неосязаемые" ценностные критерии (полезность, истина, добро, прекрасное, законное), отражающие всеобщие законы сохранения энергии и вещества, меру допустимости изъятия вещества и энергии и закономерности процессов массопереноса.

Отсюда главнейшими аспектами являются: выявление основных закономерностей формирования природно-территориальных комплексов (ПТК) и обуславливающих их факторов; оценка ландшафтных ресурсов и критериев экологического состояния отдельных регионов и ПТК; исследование генетической структуры и законов эволюции ландшафтов; прогноз изменения характеристик техногенных неоландшафтов.

Эта структура и определяет критериальную систему экологической устойчивости (рисунок 2).

Для этой системы описание задачи оптимизации решений экологических проблем в системе любого иерархического уровня представимо в виде

$$\left. \begin{aligned} & \text{extr } \bar{\phi}(x, S, u) \\ & \text{se } S, u \in U, P, e \in R^2 \\ & \bar{x}(t) = F[z(t_0), N, S, U, \zeta, t] \\ & f[x(t), z(t), S, u, r] \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

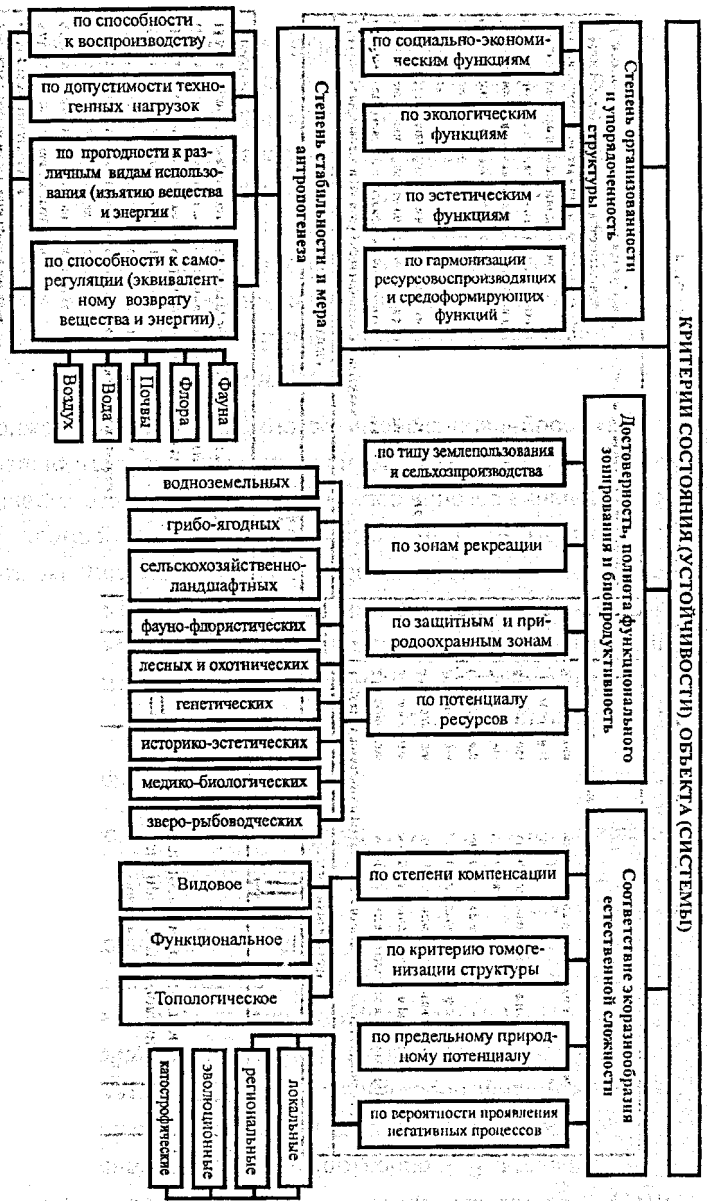


Рис. 2 Критериальная система экологической устойчивости объектов и систем для любых уровней антропогенезации.

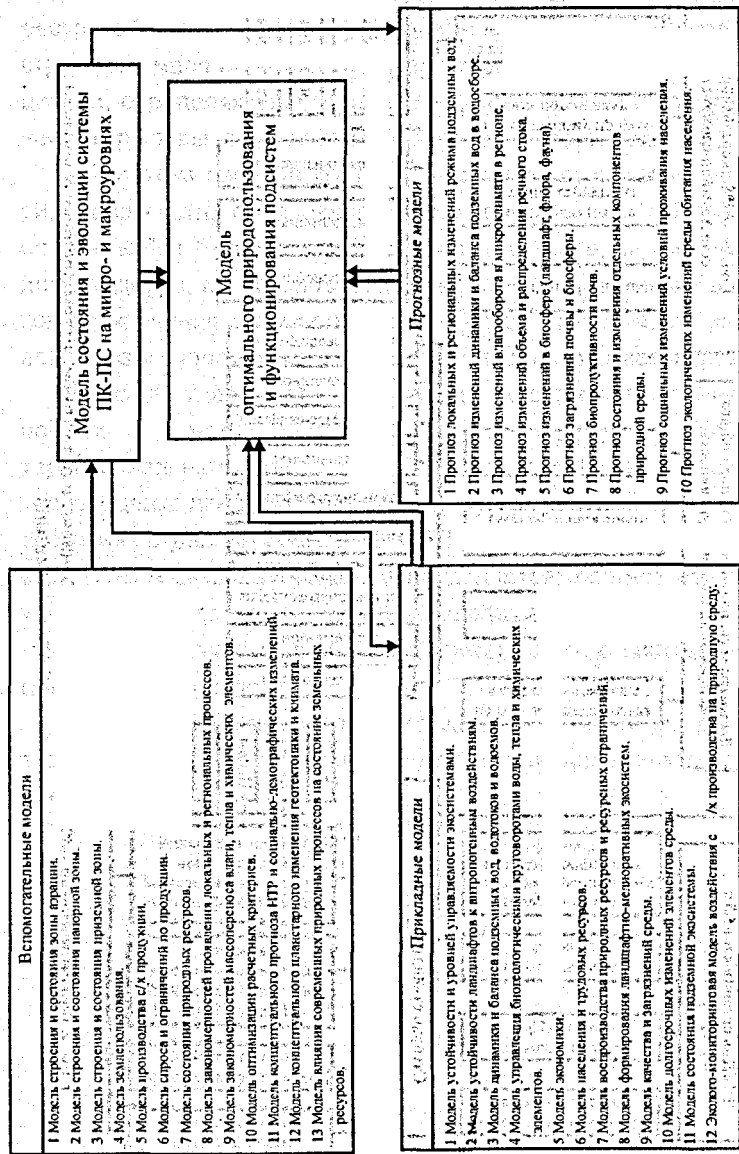


Рис. 3 Структура оптимизации решений экологических проблем.

где \bar{f} – вектор критериев; f – вектор-функция антропогенных ограничений; F – оператор функционирования системы, определяющий естественные физические ограничения; $z(t)$ – вектор-функция переменных состояний системы; $x(t)$ и ζ – вектор-функция выходных и входных воздействий системы за период $t=(0,T)$; S – вариант системы; N – вектор неуправляемых параметров системы; U – вектор управлений системы; g – вектор ресурсов; P_0 – область пространства, занимаемого системой.

Тогда собственно структура оптимизации решений экологических проблем, т.е. модель оптимального природопользования и функционирования составных подсистем S_i представима в следующем виде – рисунок 3.

Все это требует пересмотра узковедомственной точки зрения как на решение экологических проблем, так и проблемы формирования и управления функционирующими и вновь создаваемыми техноприродными объектами (системами). Не менее бесспорно и то, что оптимизация решения этих проблем требует и исследования законов социально-экономического управления, так как ни само решение проблем, ни оптимальность решения вне и помимо социально-экономического развития невозможно.

Литература

1. Шведовский П.В., Валуев В.Е. и др. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиораций. – Минск: "Ураджай", 1998, 364 с.
2. Шведовский П.В. Эколого-социальные проблемы мелиоративно-ландшафтных преобразований: Труды Международной научно-практической конференции "Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды", Биберах-Брест-Ноттингем, TEMPUS TACIS, 1998 - с.44-49.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы влияния экологических условий на формирование населенных мест Белорусского Полесья.

Ключевые слова: Природно-ландшафтные, экологические условия, заболоченность территории, развития населенных мест.

Природно-ландшафтные экологические условия определяют возможность развития городов и населенных пунктов Полесья и оказывает большое влияние на экономическую и социальную жизнь в этом регионе. Заболоченность территории предопределило здесь редкую, но более крупную сеть поселений, в отличие от северных районов Беларуси, где наличие пересеченной местности, озер и рек обусловили густую и мелконаселенную сеть. Из общего числа населенных пунктов области находятся 27%, в Гродненской 18%, в Гомельской 10.9% в Брестской — 9%.

На ряду заболоченности территории значительным бедствием для районов Полесья является частые затопления паводковыми водами. Десятки тысяч гектаров, а так же большое количество населенных пунктов оказываются в зоне затопления, в результате подъема воды в весенний и осенний паводок реки Припять и её притоков Горыни, Ясельды, Пины и др.

Заболоченность территории и угроза паводков сдерживают рост города Столина, который в последние годы стал активно развиваться. В системе расселения Республики Беларусь Столин является важной составляющей планировочного каркаса, располагаясь на оси, связывающий Литву и Украину. Город расположен на левом высоком берегу р. Горынь, в нем проживает более 12

*Кудиненко Анатолий Дмитриевич. Профессор, кандидат архитектуры. Заведующий кафедрой архитектурного проектирования и рисунка БГТУ.
Никончук Ирина Александровна. Преподаватель-стажер. Кафедра архитектурного проектирования и рисунка БГТУ.*

тысяч человек. Застройка, по большей части малоэтажная, разместилась вдоль реки. Общественный центр города также открыт к реке. В городе принимаются мероприятия по защите жилых домов и сельскохозяйственных угодий от затоплений, проводятся соответствующие инженерно-технические мероприятия. Однако, это не защитило Столин от весеннего паводка 1999, самого разрушительного за последние 20 лет. Водой были затоплены приусадебные участки на окраине города и подвалы. Под угрозой оказалась местная канализационно-насосная станция, были повреждены линии связи, уровень воды поднялся на шесть с половиной метров.

Тридцатью километрами ниже по течению реки Горынь находится Давид-Городок, единственный населенный пункт, который не пострадал от паводка 1999 года. В городе проживает 7200 жителей. В основном одноэтажные дома плотно теснятся на узких улицах. Город расположен по обе стороны от реки Горынь. Замковая гора и общественный центр находятся в непосредственной близости от реки. После паводка 1979 года, который оказал огромный ущерб городу, вокруг Давид-Городка были возведены дамбы, а реку Горынь отвели в сторону искусственным руслом. Таким образом удалось защитить город.

Программа строительства защитных дамб, регулирование русла рек, устройство накопительных водоемов является долгосрочной и долгостоящей программой, она рассчитана на перспективу. Однако каждый год, пусть не так сильно как в 1999 г. Полесье вынуждено бороться с паводками, выделяются огромные средства на ликвидацию его наступления.

Одним из способов решения этой проблемы является строительство на намывных территориях. В стране уже накоплен такой опыт, примером является застройка района Волотова в Гомеле. Но этот способ экономически оправдан лишь для больших массивов застройки.

Паводок 1999 года показал необходимость защиты населенных мест от стихии. При градостроительном освоении территории неизбежно возникает необходимость изменения отдельных её элементов и природных характеристик (рельефа, водного баланса и др.) Такое целенаправленное изменение достигается с помощью разнообразных инженерно-технических приемов. Однако следует помнить, что улучшение природной среды для жизни людей и ведение хозяйства дает положительный эффект обычно тогда, когда она проводится в пределах локальных, небольших по площади территорий. Уже на региональном уровне оптимизация имеет больше негативных следствий, чем позитивных.

При решении градостроительных проблем такого масштаба, как заболоченность и затопление территории Белорусского Полесья особенно важен экологический подход, основанный на мышлении, рассматривающем природу и общество в тесном взаимодействии. Он должен быть направлен на достижение двух взаимосвязанных целей: сознание здоровой и безопасной жизненной среды и необходимой составляющей жизненной среды.

Экологическое обоснование градостроительных решений необходимо, т.к. дает возможность определить экологические последствия базирующихся на учет законов экологии.

Литература

1. Столішчына у вадзе. – Пинск. – 1999 г.
2. Народное хозяйство Брестской области. (Статистический ежегодник) г. Брест, Брестское управление статистики 2000г.
3. Градостроительство и территориальная планировка. – Минск: Минсктиппроект. - 1999 г.

Пахомова Л.И.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ – ВАЖНАЯ ЗАДАЧА ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Мы стоим на пороге III-го тысячелетия и того самого 21 века, с которым так много связано в сознании всех людей. Чем глубже мы проникаем в тайны Мироздания, тем больше мы убеждаемся в том, как мало мы знаем о законе "все взаимосвязано". За прошедший век человечество так и не достигло того, о чем мечтало, и даже наоборот – многими своими действиями поставило под угрозу собственное существование.

XXI век должен стать поворотным в переходе человечества к экологически чистому и безопасному для окружающей среды и здоровья людей безотходному производству.

Значение проблемы охраны окружающей среды в настоящее время весьма актуально. Население земли не только потребляет ее природные ресурсы, но и изменяет ее, приспособлявая для решения своих практических, хозяйственных задач. В силу этого, человеческая деятельность оказывает существенное влияние на окружающую среду, подвергая ее необратимым изменениям, которые впоследствии влияют и на самого человека.

В экологическом аспекте стратегия развития предполагает строгую охрану природы и рациональное использование ее ресурсов, сохранение биологического разнообразия, экологически безопасное применение высоких технологий, химических веществ с учетом решения социально-экономических и природоохранных проблем. Человек, как любой биологический вид, имеет свою экологическую нишу – систему взаимоотношений с окружающей средой, законы развития которых ему необходимо учитывать в своей деятельности. Отступление от этих законов может привести к ка-

Пахомова Любовь Ивановна. Специалист по научно-технической информации и пропаганде экологических знаний Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды

катастрофическим последствиям.

Пришло время именно теперь и не позже проводить экологическое обучение как взрослых, так и по-новому обучать подрастающее поколение. В противном случае, всеобщая экологическая безграмотность аукнется в ближайшие годы, намного более явно, чем сейчас. Вот поэтому в настоящее время так много внимания уделяется информационной работе и экологическому обучению.

Наряду со многими первоочередными природоохранными мероприятиями созданы экологические центры, клубы, кружки при школах №12, 17, 27, 33, 35 г.Бреста, в гимназиях №2 и №4; в лицее №1; в школах г.Барановичи, Береза, Кобрин, Пинск, Иваново, Пружаны, Лунинец и другие. В ряде детских садов области созданы группы с экологической направленностью.

Проведена модернизация видеоцентра экологического образования и воспитания Брестским государственным университетом. Здесь же создан учебно-методический центр по экологическому воспитанию дошкольников, школьников и студентов Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина. На его создание из областного бюджетного фонда охраны природы выделено в 1999 г. – 500 млн.руб, в 2000 – 1 млн.руб. С финансовой и научно-методической помощью облкомитета природных ресурсов и охраны окружающей среды на базе Брестского госуниверситета им. А.С. Пушкина подготовлены к изданию и изданы:

- "Особоохраняемые природные территории Брестской области";
- "Антропогенное загрязнение географической оболочки Брестской области";
- "Экологическая биотехния";
- "Рукокрылые Беларуси";
- учебно-методическое пособие "Земля-природа-люди";
- учебно-методическое пособие "География Брестской области";

- "Фауна и флора Прибужья и сопредельных территорий на рубеже 21-го столетия";

- "Биология промыслово-охотничьих наземных позвоночных Брестской области"; а также ряд плакатов по противоположной жарной и природоохранной тематике.

На издание данной литературы, плакатов из областного бюджетного фонда охраны природы в прошедшем году выделено 3 млн. рублей. С участием специалистов как облкомитета, так и горрайинспекций природных ресурсов и охраны окружающей среды по радио и на телевидении проводятся передачи под рубрикой "Экологический вестник", "Экология и жизнь", "Мой край", и др. Ежегодно проводятся с участием облкомитета и горрайинспекций экологические акции "День Земли", "Земля — наш общий дом", экологические марши "Зеленый витамин", "Природа глазами детей", "Город, деревня. 3000"; научно-практические конференции и конкурсы по экологической тематике.

На пропаганду экологических знаний облкомитетом в 2000 году выделено 14,2 млн. руб. В текущем году на эти цели запланировано выделить около 20 млн. руб.

В основе любой цивилизации лежит образование. В нынешних условиях основой нравственного воспитания человека, его образования становится, прежде всего, взаимоотношения человека и природы. Образование призвано подготовить человека к тому, чтобы он не только был способен жить в меняющемся мире, но и строил будущее сам, своими руками.

Именно экологическое образование — в широком понимании — может стать реальным образованием для будущего.

Следует отметить, что образование в области окружающей среды ориентировано на изучение и поиск решения проблем, возникающих при взаимодействии человека с окружающей средой.

В наши дни в основе экологического образования и просвещения должны лежать следующие идеи:

- миропонимание на основе современной экологической картины мира;
- осмысление единства всего живого, а так же живого и неживого в природе;
- воспитание экологической ответственности за состояние окружающей среды, своего здоровья и здоровья других людей;
- понимание экологических взаимодействий, обеспечивающих целостность живых систем;
- понимание причин противоречий в системе природа-общество;
- понимание вклада экологической культуры в общую культуру человека.

Для того чтобы воплощать идеи устойчивого развития, человеку необходимо знать и понимать закономерности существования окружающего мира, применять эти знания в повседневной жизни, понимать, что наш сегодняшний образ жизни влияет на будущие поколения и не только самому заботиться об окружающем мире и своем месте обитания, но и распространять знания среди окружающих тебя людей.

Экологическое воспитание — задача крайне важная для современного общества. Ведь оно связано с сохранением во всем многообразии жизни на земле.

Бурко О.П., Строкач П.П., Яловая Н.П.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Сегодня перед человечеством стоит ряд сложных проблем

-
- Строкач Петр Павлович.** Профессор, кандидат технических наук, член корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ.
- Яловая Наталья Петровна.** Старший преподаватель. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.
- Бурко Оксана Петровна.** Ассистент. Кафедра социально-политических и исторических наук БГТУ.
-

нового осмысления жизни. Одна из них — современная экологическая ситуация. Становится все более очевидным, что преодолеть надвигающийся глобальный экологический кризис, оставаясь в системе ценностей традиционного потребительского природопользования, уже нельзя. Этот кризис является лишь частью общего кризиса современной цивилизации, затрагивающего всю систему внутриобщественных отношений, включая духовную жизнь человека. Поэтому решить проблемы социоприродного взаимодействия невозможно вне экологизации всего процесса социально-экономического и духовно-культурного развития. Важно заложить основы экологически устойчивых структур производства и потребления, экологически обоснованной экономической политики и управления. При этом недостаточно дать студентам только информацию о существовании экологических проблем и путях ее устранения. Главное заключается в выработке человеком внутренней потребности принимать адекватные экологически рациональные решения и отвечать за их последствия.

Важную роль в решении экологических задач играет экологическое образование. Главная задача его — формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для распознавания и решения задач по контролю и управлению качеством окружающей среды, созданию малоотходных и безотходных производств, а также по планированию и организации среды, создаваемой человеком.

Взаимодействие с миром природы имеет значительный психолого-педагогический потенциал, который охватывает психофизиологические, психотерапевтические, реабилитационные, эстетические, когнитивные, коммуникативные и самореализующие функции. Такой диапазон влияния превращает этот потенциал в фактор общего формирования и развития экологической личности, становления экологического сознания.

Под экологическим сознанием понимается «совокупность имеющихся у личности (группы) экологических представлений, ее субъективного отношения к природе, а также соответствующих стратегий и технологий взаимодействия с природой» (Дерябо - С.Д., 1996г.)

В соответствии с этим с целью повышения качества экологического образования в технологическом вузе обучение и воспитание студентов необходимо вести по трем направлениям:

1. Формирование адекватных экологических представлений,

т.е. представлений о взаимодействиях в системе «человек – природа» и в самой природе.

Такая система представлений позволяет личности знать, что и как происходит в мире природы между человеком и природой и как следует поступать с точки зрения экологической целесообразности.

В этом направлении содержание экологического образования должно основываться на знании следующих основных положений:

- сложность системы внутренних взаимодействий в природе;
- энергетический обмен между техносферой и биосферой;
- мир природы как духовная ценность;
- взаимосвязь природных условий и развития общества.

Изучение этого направлено на стимуляцию психологической включенности личности в мир природы.

2. Формирование отношения к природе.

Само по себе наличие экологических знаний не гарантирует экологически целесообразного поведения личности; для этого необходимо еще и соответствующее отношение к природе. Оно определяет характер целей взаимодействия с природой, его мотивов, готовность выбирать те или иные стратегии поведения, т.е. стимулирует поступать с точки зрения экологической грамотности.

В этом направлении содержание экологического образования заключается в развитии этого отношения.

3. Формирование системы технологий и стратегий взаимодействия с природой.

Для того, чтобы экологически грамотно поступать, личности необходимо уметь это делать: и понимания, и стремления недостаточно, если нет возможности их реализовать в системе своих действий. Освоенность соответствующих технологий и выбор правильных стратегий позволяют поступать экологически рационально.

В этом направлении содержание экологического образования заключается в овладении студентами умениями и навыками:

- эстетического освоения природных объектов;
- получения научной информации о мире природы;
- взаимодействия с природными объектами в условиях антропогенной среды;
- природопользования в естественной среде;
- природоохранной деятельности.

В процессе обучения данным технологиями формируются обоснованные стратегии экологической деятельности.

Таким образом, сейчас перед экологическим образованием остро стоит вопрос о развитии экологического мышления личности, так как ускорение научно-технического прогресса требует от общества разрешения все более сложных заданий, создания технологий, которые уменьшали бы влияние человеческой деятельности на природу. Экологическое мышление будущих инженеров подразумевает не только владение специальными знаниями, но предполагает создание мотиваций у студентов на повышение уровня образованности в сфере естественных и гуманитарных наук. Экологические знания должны стать стимулом поиска новых экологически безопасных технологий. Это возможно только при наличии глубоких профессиональных экологических знаний. Поэтому необходимо создание специальной интегративной системы

экологического образования, которая базируется на экологии, экологической психологии и экологической педагогике.

Подолец Л.А.

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КУРСЕ ХИМИИ.

Совершенствование экологического образования студентов первого курса в курсе химии ведётся путём внедрения вопросов экологии в рабочие программы и использования самостоятельной работы студентов.

При составлении химико-экологических задач и вопросов придерживаемся следующих методических требований:

- Условия задач и результат решения должны содержать практически значимую информацию;
- Эта информация должна быть тесно связана с программным материалом и реальными экологическими проблемами;
- Решение задач должно опираться по возможности на уровень знаний по разным разделам химии.

Химико-экологические вопросы и задачи можно по содержанию разделить на три группы: темы с химической характеристикой природных объектов; вопросы об источниках загрязнения, видах загрязнителей окружающей среды; о природозащитных мероприятиях и ликвидации последствий загрязнения.

Задачи и вопросы по этим темам рассчитаны на проблемное обсуждение, дискуссию, на поиск рационального пути решения поставленной реальной учебно-познавательной проблемы.

Например:

1. Как человек может управлять природой, не нарушая кругооборота воздуха.

В этом вопросе рассматриваются основные природные и производственные процессы перехода элементов в системе «атмосфера – гидросфера – литосфера – биосфера»

Подолец Лидия Алексеевна. Доцент. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

2. Предложите способы определения в природной воде
 - а) нерастворимых и растворимых примесей (тема: «Вода и её свойства»)
 - б) хлоридов и сульфатов (тема: «комплексные соединения»)
 - в) катионов аммония (тема: «комплексные соединения»)
 - г) катионов железа (темы: «комплексные соединения», «коррозия металлов»).
3. Как определить кислотность почвы (темы: «слабые электролиты рН-растворов. «Индикаторы»).

ЗАДАЧИ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЗАГРЯЗНИТЕЛЯХ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ.

1. Предложите способы обнаружения в природной воде или воде, прошедшей систему промышленной водоочистки,
 - а) избыточной кислотности или щёлочности,
 - б) катионов аммония,
 - в) нитрат-анионов, нефтепродуктов.Простейшие способы обнаружения примесей нефтепродуктов – радужная плёнка на поверхности воды, масляное пятно после высыхания капли воды на фильтровальной бумаге, обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия.
2. В состав отходящих газов азотнокислого производства («лисыих хвостов») входят оксиды азота(II и IV). Предложите способы их улавливания, исходящих свойств этих веществ.
3. Что такое «кислые дожди»? какое воздействие они оказывают.
 - а) на сооружение металла и бетона,
 - б) технику,
 - в) почву,
 - г) произведения искусства из металла, мрамора, известняка?

ЗАДАЧИ О ПРИРОДНО-ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ.

1. Познакомьтесь с составом сточных вод на водоочистительных сооружениях г. Бреста (ознакомительная практика), за- вода Газоаппарат, бытовой химии.

Предложите и обоснуйте проекты их очистки и использования. Свой проект защитите на конференции по охране окружающей среды.

2. Какие основные и побочные продукты можно получить при комплексной химической переработке:

а) хлорapatита $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ CaCl_2 ,

б) карналлита $\text{KCl MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Назовите продукты и области их возможного использования.

Басов С.В., Халецкий В.А.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПОСТРОЕНИИ

ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Аннотация: В статье анализируются методы экологизации содержания естественно-научных дисциплин на примере лабораторного практикума по органической химии для студентов строительных специальностей.

Ключевые слова: Экологическое образование, экопедагогика, лабораторный практикум, органическая химия.

Вмешательство человека в природу не только наносит ей непосредственный ущерб, но и вызывает ряд новых процессов, конечным результатом которых является деградация окружающей среды. Глобальный экологический кризис, порожденный развитием современной промышленной цивилизации, привел к осознанию необходимости глубокой трансформации общественных институтов и, прежде всего, существующей системы образования. Именно низкий уровень экологической культуры общества явля-

Басов Сергей Владимирович. Доцент, кандидат технических наук. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Халецкий Виталий Анатольевич. Старший преподаватель. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

... является сегодня одной из главных причин разрушения природной среды. Поэтому целесообразность экологизации образования как тенденции проникновения идей, понятий, принципов экологии в структуру подготовки специалистов различного профиля признается всеми, дискуссия ведется только о формах и методах. Причем целью современного экологического образования является не усвоение набора абстрактных природоохранных знаний, а формирование экологической ответственности, включение студента в систему экологосообразного поведения.

Тем не менее до сих пор вопросы охраны окружающей среды и рационального природопользования при преподавании естественнонаучных и специальных дисциплин в высшей школе часто рассматриваются как второстепенные и имеющие лишь косвенное отношение к изучаемой дисциплине. С целью преодоления данного противоречия авторами статьи был разработан новый лабораторный практикум по курсу «Органическая химия» для студентов специальности Т19.02 «Производство строительных изделий и конструкций». Мы поставили перед собой задачу организовать проведение предусмотренных учебной программой занятий таким образом, чтобы будущий инженер-технолог строительной промышленности не только понимал необходимость комплексного подхода к решению проблем экологии и рационального природопользования, но и реализовывал его в своей профессиональной деятельности в будущем.

Специфика преподавания химических дисциплин студентам нехимических специальностей состоит в необходимости кроме последовательного изложения теоретического материала еще и в умении максимально заинтересовать студентов прикладными аспектами изучаемого курса. В связи с этим, в тематике лабораторного практикума и практических занятий основное внимание концентрируется на органических соединениях, которые непосред-

венно применяются в современной строительной технологии и влиянию этих соединений на окружающую экосистему.

Помимо традиционного предварительного ознакомления с техникой безопасности, целью и методикой выполнения каждой лабораторной работы студентам предлагается изучить свойства применяемых в работе (или синтезируемых) органических веществ с использованием следующих параметров:

- основные химические и физические свойства;
- область практического применения и общий объем производства, в том числе в строительной и смежных с ней отраслях промышленности;
- распространение в окружающей среде, степень экологической опасности, основные экотоксикологические свойства, значения предельно допустимых концентраций;
- химическая устойчивость и способность к разложению, способы хранения и утилизации.

При этом перед студентами ставится задача оценить возможные экологические последствия неправильного обращения с используемыми в работе органическими веществами не только в условиях химической лаборатории, но и в промышленных масштабах. В качестве справочной литературы студентам предлагается использовать любые доступные источники, а также разработанные кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ методические указания к лабораторным работам.

В качестве иллюстрации эффективности такого подхода, с точки зрения экологического образования, можно рассмотреть разделы в лабораторном практикуме, посвященные органическим растворителям и современным лакокрасочным материалам; их свойствам, методам определения и областям применения.

Органические растворители и компоненты лакокрасочных материалов в больших количествах попадают в природную среду, когда они используются при проведении отделочных работ или нанесении маркировочных знаков на улицах и дорожных покры-

тия. Испаряясь в воздух, несмотря на плохую растворимость, они вместе с дождями и туманами попадают в воду и почву.

Поскольку органические растворители и лакокрасочные материалы широко применяются в строительной промышленности, в быту, лабораторная работа вызывает естественный интерес и повышает мотивацию в изучении химии у будущих специалистов в области технологии производства строительных изделий и конструкций.

При подготовке к лабораторным работам и на стадии выполнения экспериментальной части студенты не только получают сведения о наиболее часто используемых органических соединениях (растворителях, полимерах, пигментах и др.), но и анализируют их с точки зрения экологической полноценности, приходят к выводу о преимуществах безэмиссионных материалов. При этом студенты понимают важность современных методов химического анализа, которые позволяют определять наличие в атмосфере органических поллютантов.

На наш взгляд реализацию концепции экологизации образования в высшей школе следует начинать с наполнения экологическим содержанием отдельных естественно научных и специальных дисциплин. Это позволит сформировать у будущего специалиста не только профессиональные навыки, но и чувство экологической ответственности, способность к разрешению конкретных экологических задач.

Литература

1. Zięba S. Natura i człowiek w ekologii humanistycznej. - Lublin: Zakład Ekologii Człowieka Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, 1998 - 288s.
2. Гильденблат И.А. Инженерно-химическое мышление - основа для решения технологических проблем и проблем окружающей среды. - Международная конференция "Химическое

образование и развитие общества": Тезисы докладов (г.Москва, 11-13 октября 2000г.) М.: РХТУ, 2000 - с.88-89.

3. Каропа Г.Н. Теоретические основы экологического образования школьников. - Мн.: НИО, 1999. -189с. Экологическая

химия: / Под ред. Ф.Корте.- М.: Мир, 1997.- 396 с.

4. Строкач П.П., Халецкий В.А., Яловая Н.П., Василевская Е.И.

Реализация концепции экологического образования в Брестском государственном техническом университете. - Наука

и образование на пороге III тысячелетия: Тезисы докладов

Международного конгресса (г.Минск, 3-6 октября 2000г.) В 2-

томе. - Кн. 2. Мн., 2000. - с.103-104.

5. Строкач П.П., Басов С.В., Тур Э.А., Халецкий В.А. Методи-

ческие указания к лабораторным работам по курсу «Органи-

ческая химия» для студентов специальности Т19.02 «Произ-

водство строительных изделий и конструкций». - Брест:

БрГТУ, 2001; 58 с.

Будкевич П. П.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В

БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Задумайтесь на минуту о воде. В настоящее время с водной

проблемой приходится считаться не только в засушливых рай-

онах. Уже более четверти населения земного шара страдает от

острой нехватки пресной воды.

Тем не менее вода интенсивно загрязняется. В реки ежегод-

но попадают сотни кубических километров загрязненных сточных

вод. Каждый из них приводит в негодность более десятка кубиче-

ских километров пресной воды.

Неудивительно, что никому из нас давно уже не приходит в

голову: просто так взять и напиться из реки. Чтобы сделать реч-

ную воду пригодной для употребления, строятся дорогостоящие

Будкевич Петр Петрович. Начальник отдела по охране и использованию

водных ресурсов. Брестский областной комитет природных ресурсов и

охраны окружающей среды.

очистные сооружения, однако и они не всегда возвращают воде ее природный цвет, вкус и запах.

Наша республика по водообеспеченности относится к средним регионам. Однако существенным образом сказывается фактор неравномерности распределения водных ресурсов, большая часть которых приходится на северную территорию.

Под воздействием антропогенной деятельности почти повсеместно нарушился естественный гидрохимический режим поверхностных вод и верхних водоносных пород.

В районе крупных агломераций, размещения животноводческих комплексов отмечается, зачастую, загрязнение и подземных вод.

В связи со значительным мелиоративным освоением водосборов, существенное влияние оказано на водный режим больших территорий (особенно на Полесье). Научиться осушать оказалось гораздо проще, чем регулировать водный режим.

Как результат - понижение уровня грунтовых вод, деградация ряда водоемов, высыхание родников и колодцев, оскуднение видового состава фауны и флоры, снижение способности к естественному самоочищению природных вод.

К этому следует добавить низкий уровень технологий водопользования, неэффективность работы ряда очистных сооружений, расточительность и беспечность в отношении использования воды.

Потери воды только в коммунальном хозяйстве составляют около 15%, а по удельному ее расходу на душу населения мы значительно "впереди" развитых зарубежных стран.

Из года в год не осваиваются средства на строительство очистных сооружений.

Все эти проблемы характерны и для нашей области. На ее территории уже теперь отдельные районы испытывают нехватку водных ресурсов.

В области всеми отраслями, включая промышленность, энергетику, коммунальное, сельское и рыбное хозяйство ежегодно потребляется около 230 млн. кубических метров свежей воды, в том числе 153 миллиона питьевого качества. На производственные нужды все еще расходуется ежегодно около 25 миллионов кубических метров питьевой воды. Не в полном объеме задействованы технические водозаборы в Бресте, Барановичах, Пинске, Кобрине. В оборотных и повторно-последовательных системах водоснабжения используется более 460 миллионов кубических метров.

Общее водоотведение в области составляет порядка 160 миллионов кубических метров в год. В том числе в поверхностные водные объекты - более 133 миллионов. Из них нормативно-чистых - 40 миллионов, нормативно-очищенных - 89 миллионов, загрязненных (недостаточно-очищенных) - 4,2 миллиона кубических метров.

Общая мощность очистных сооружений с выпусками в поверхностные водные объекты 126 миллионов кубических метров.

Однако, в ряде городов сложилась критическая ситуация с очисткой сточных вод. Мощность очистных сооружений значительно перегружены в Березе, Ляховичах, Белоозерске, Высоком. Наиболее сложная обстановка в г. Березе, где в реку Ясельда поступает ежесуточно около 11 тысяч кубических метров грязных стоков, что составляет 90 % от общего количества грязных сточных вод, сбрасываемых в водоемы области.

4,2 миллиона кубических метров грязных стоков, которые сброшены в прошлом году в поверхностные водные объекты, это всего 4,5% от общего количества сточных вод, подвергаемых очистке, но ущерб окружающей среде наносится огромный.

В решениях облисполкома, коллегии областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды отмечаются крайне медленные темпы строительства водоохраных объектов.

И хотя около 70% всех средств, направляемых на мероприятия по

охране природы, приходится на решение водных проблем, ситуация остается по-прежнему сложной. Она усугубляется тем, что водопользователи-заказчики, коммунальная служба в настоящее время не в состоянии в полной мере профинансировать строительство.

При этом нередко наблюдаются факты, я бы сказал, некоторого безразличия к этой проблеме, экологической непродуманности. Так, штрафных санкций, которые выплачивает концерн "Мясомолпром" за сброс сточных вод в коммунальные сети с превышением допустимых концентраций вполне хватило бы на строительство своих локальных очистных сооружений. Это в определенной степени относится и к предприятиям, имеющим гальваническое производство.

С переводом животноводства на промышленную основу, из-за недостатка площадей полей орошения, несовершенства технологий на большинстве крупных животноводческих комплексов остра проблема утилизации стоков, загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

В целях санитарно-гигиенической безопасности в потреблении питьевой воды экологической программой предусмотрен перевод ряда сельских населенных пунктов, особенно расположенных в зоне влияния животноводческих комплексов, на централизованное водоснабжение.

По заключению "Беларусьгеологии", перспективы радиационной безопасности подземных водоносных горизонтов, питающих источники водоснабжения, благоприятные. Тем не менее заинтересованными службами ведется постоянное наблюдение за радиобактивной загрязненностью питьевой воды. Особое внимание уделяется благоустройству родников. Проведена их паспортизация.

В области в естественном состоянии осталось не более полутора десятка рек или одна десятая часть от их общего количе-

ства. К сожалению, в своем большинстве отношение к рекам и водоемам остается потребительским. Все стараются найти прекрасный уголок на берегу водоема, а оставляют после себя свалки мусора, тут же осуществляют мойки автотранспорта и мало кто задумывается над тем, что это губительно для рек.

Опасен своими последствиями в Полесском регионе паводок с территорией животноводческих комплексов, производственных предприятий, сельхозугодий в реки и озера смываются различные токсичные отходы, бытовой мусор. Особую тревогу вызывают у природоохранных органов подтопление очистных сооружений, навозохранилищ, машинных дворов, складов горюче-смазочных материалов и минеральных удобрений.

Правда, работа по спасению и восстановлению малых рек и водоемов проводится. За последние годы из водоохраных зон, прибрежных полос вынесено 315 объектов-загрязнителей, 200 объектов — обваловано, посажено более 1937 га водоохраных насаждений.

Проводятся регулярные гидрохимические наблюдения. В поверхностных водах определяется от 27 до 60 показателей. Данные наблюдений показывают, что за последние несколько лет качество вод рек Мухавец, Рита, Щара, Мышанка и многих других стабилизировалось. Это связано в первую очередь с повышением эффективности проводимых водоохраных мероприятий, усилением контроля за соблюдением водного законодательства.

В своей работе по контролю соблюдения водного законодательства органы природных ресурсов и охраны окружающей среды руководствуются Законом Республики Беларусь "Об охране окружающей среды", Водным Кодексом Республики Беларусь, Кодексом об административных правонарушениях Республики Беларусь и рядом других нормативных документов.

Основным документом первичного водопользования является разрешение на специальное водопользование, которое регламентирует его водохозяйственную деятельность. Особое вни-

мание уделяется ведению первичного учёта использования водных ресурсов, то экологический мониторинг осуществляется

В 2000 году за нарушение водного законодательства административной ответственности привлечено 355 человек на сумму 1,7 млн. рублей.

Водопользователям предъявлено исков на сумму около 23 миллионов рублей. В случаях особо грубых нарушений водного законодательства информируются органы прокуратуры, применяются меры вплоть до приостановки производственной деятельности объекта.

Возрастает роль международного сотрудничества для решения экологических проблем, как на международном, так и на региональном уровне. С природоохранными службами приграничных регионов Польши и Украины договорено о взаимном обмене информацией, осуществляются отборы проб воды, разрабатываются совместные проекты по охране окружающей среды в бассейне реки Западный Буг.

Проблемы улучшения использования водных ресурсов требуют неотложного решения и особое внимание должно уделяться разработке новых технологий водоподготовки, очистки сточных вод, мониторингу водной среды.

Лаймута Салицкайте-Буникене

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ ИГНАЛИНСКОЙ АЭС (ОЗЕРО ДРУКШЯЙ)

Аннотация: Озеро Друкшяй являлось типичным мезотрофным озером до его превращения в водохранилище-охладитель Игна-

Аннотация: Озеро Друкшяй являлось типичным мезотрофным озером до его превращения в водохранилище-охладитель Игна-

Лаймута Салицкайте-Буникене. Доцент, кандидат химических наук. Кафедра общей и неорганических наук Вильнюсского университета. Naugarduko, 24, 2006 Vilnius, Lietuva.

линской АЭС в 1983. Тепловое и химическое загрязнение сточными водами города Висагинас привело к разрушению баланса экосистемы. Очевидно изменение трофического статуса озера и превращения его в эвтрофическое.

Ключевые слова: Озеро, фосфор фосфатный, фосфор валовый, азот валовый, эвтрофирование

Озеро Друкшяй – самое большое в Литве. Оно находится в северо-восточной части республики. Площадь равна 44,8 км². Длина водоема 14,3 км, ширина – 5,3 км, максимальная глубина – 33,3 м, средняя – 8,2 м. Береговая линия – извилистая (особенно в южной части водоема, где находится и самые большие полуострова), ее длина около 60 км. Озеро украшают 5 островов. Площадь самого большого из них на Белорусской стороне (Пилес сала) равна 21 га. Другие острова малы. Площадь водосбора равна 621 км². Его озерность – 15,5%, лесистость – 30,3%, заболоченность – 14,7%, распаханность – 40%. В настоящее время исток из озера Друкшяй осуществляется только через реку Прорву. Средний годовой расход воды из озера – 4,05 м³/сек [1,2].

Актуальность изучения гидрохимии оз. Друкшяй, на берегу которого была построена Игналинская АЭС, диктовалась тем, что до 1979 г. систематически такого рода исследования на этом водоеме не проводились. Был выполнен лишь ограниченный по объему химический анализ одной пробы воды взятой из озера в 1953 году и трех проб озера, взятых в разных его местах с поверхностного горизонта в 1960 году [1]. Кроме того, заранее уже можно было прогнозировать, что со временем водоем подвергнется постоянному химическому эвтрофированию, так как в него попадают бытовые (хотя и очищенные) сточные воды г. Висагинас, стоки с площадки АЭС и ее цеха подготовки воды, стоки дождевой канализации г. Висагинас. А сразу после пуска АЭС были отмечены признаки и процесса термического эвтрофирования. Все вышеперечисленные факторы, как оказалось позднее, вероятно быстро привели к изменению уровня трофности озера,

причем в натуральных условиях этот процесс происходит через тысячи лет.

Исследование химического состава и гидрохимического режима оз. Друкшай, притоков (р. Смалвы, р. Ричанки), истока р. Прорвы велось до превращения озера в водохранилище-охладитель Игналинской АЭС (1979-1984 гг.) и после пуска АЭС (1985-1997гг.). После завершения работ по научно-исследовательской программе «Атомная энергетика и окружающая среда» (1993-1997гг.) научные исследования проводились только по личной инициативе отдельных ученых различных учреждений. Постоянное наблюдение ведется по программе мониторинга озер Литвы под эгидой Министерства окружающей среды Литовской Республики и в лаборатории самой АЭС. За более 20 лет в научно-исследовательской работе участвовали научные сотрудники (В. Тураускайте, М. Кишките, Р. Миляускайте, Л. Салицкайте-Буникене), студенты под руководством А. Буникиса.

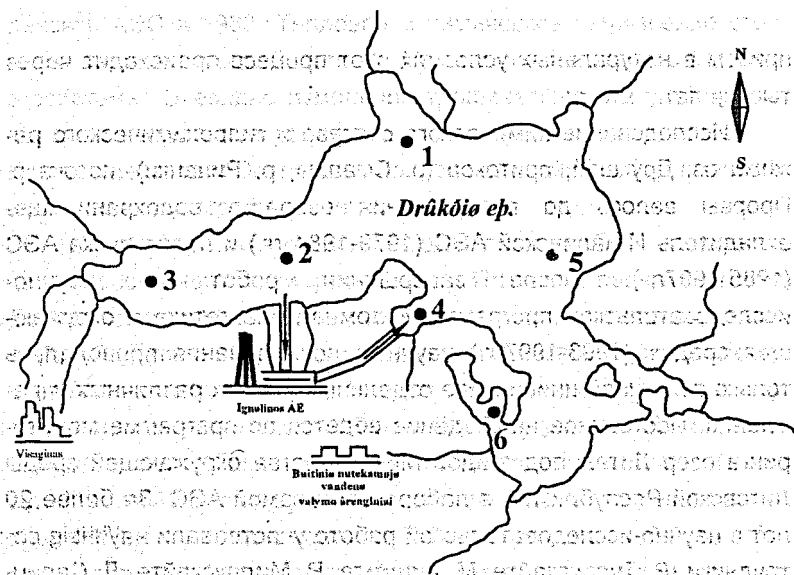


Рис. 1. Схема озера Друкшяй. Стационарные станции отбора проб воды отмечены цифрами.

В начале комплексных исследований точки отбора проб воды (рис. 1) были подобраны в наиболее характерных местах водоема с учетом возможных в будущем изменений базового состояния озера. В пробах (отобранных батометром Молчанова) определяли концентрации главных ионов, биогенных элементов, растворенных газов. Кроме того, выявляли значения показателей содержания органических веществ, pH и цветность воды. На основании данных химического анализа проб воды выполнена оценка состояния карбонатной системы в исследованных водных объектах. Результаты каждого анализа – среднее значение двух единичных определений. Показатели состояния карбонатно-кальциевого равновесия (без учета образования ионных пар) вычислялись по методике О.А. Алекина и Н.П. Моричевой [3]. Все вычисления выполнялись ранее на ЭВМ ДЗ-28, в последние годы на компьютере по оригинальной программе. Правильность вы-

полненного анализа воды на главные ионы проверена по методике, предложенной В.Л. Павелко, В.В. Пуголовкиным [4].

До пуска АЭС оз. Дружский по всем гидрохимическим и гидробиологическим показателям принадлежало к мезотрофным водоемам. Было выяснено, что его трофическое состояние во многом определяла концентрация в его воде фосфатного фосфора, которая в предпусковой период АЭС была мала (среднегодовое значение – 0,002 мг/л).

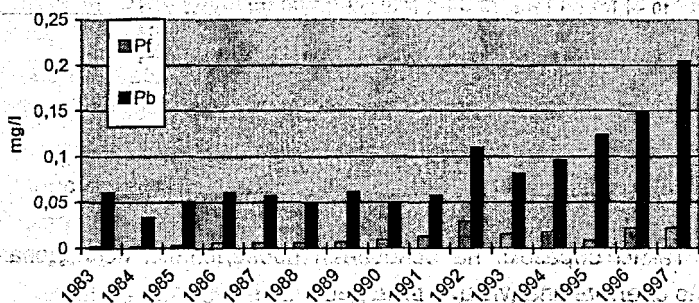


Рис. 2. Динамика среднегодовых концентраций фосфатного (P_f) и валового (P_b) фосфора в воде озера Дружский 1983–1997 гг.

Со временем содержание фосфора подверглось сильным изменениям. Уже 1995 г. (0,124 мг/л) и 1996 г. (0,148 мг/л) годовая концентрация общего фосфора превышала экологический норматив рекомендуемый американскими исследователями (0,03–0,1 мг/л). Поэтому фосфор стал главным элементом решающим трофический статус и темп развития процесса эвтрофирования. По мнению ряда зарубежных исследователей, для абсолютного большинства водоемов в настоящее время ключевым биогенным элементом следует считать фосфор [5]. Самый мощный удар биогенного загрязнения озеро получает в зоне станции №6, куда попадают сточные воды г. Висагинас ($N(NH_4) = 0,47$ мг/л). Важным гидрохимическим подтверждением такого вывода стало соотно-

шение средних годовых концентраций $N_{вал}$ и $P_{вал}$, которое было 21:1, т.е. типичное для мезотрофных водоемов [6]. Но с 1995 года это соотношения стало меньше (10:1), что уже типично для эвтрофированных водоемов [7-9].

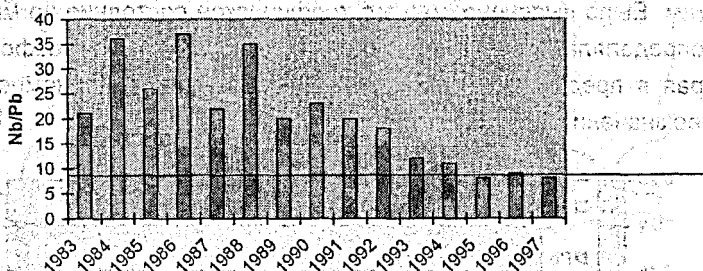


Рис. 3. Динамика соотношения среднегодовых концентраций валового азота (N_b) и валового фосфора (P_b) в воде озера Друкшяй 1983-1997 гг.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Водоохранилище-охладитель Игналинской АЭС (оз. Друкшяй) подвергается постоянному эвтрофированию в основном через сброс бытовых сточных вод г. Висагинас.
2. Опасным для водоема, при наличии достаточного количества минеральных форм азота в воде оз. Друкшяй, является постоянное повышение концентрации биологически активной формы фосфора ($P_{ф}$).
3. Соотношение среднемноголетних концентраций валового азота и валового фосфора (1995-1997) говорят об изменении статуса трофности водоема.
4. С каждым годом ухудшается экологическое состояние водохранилища-охладителя Игналинской АЭС.

Литература

1. Физико-географическая, климатическая и гидрологическая характеристика бассейна озера Друкшяй. Отчет о НИР (за-

- ключительный)/Ин-т физико-химических проблем энергетики АН ЛитССР, руководитель М.И.Ласинскас.-Каунас, 1969. С.185.
2. Гидрологические и гидротермические исследования бассейна оз. Друکشяй. Отчет о НИР (заключительный)/Ин-т физико-химических проблем энергетики АН ЛитССР, руководитель М.И.Ласинскас.-№ГР79014811; Инв. № 02829025953.Каунас, 1981. С.57.
 3. Алекин О.А., Моричева Н.П. Расчет характеристик карбонатного равновесия // Современные методы анализа природных вод/ Отв. Ред.К.Г. Лазарев. М. Академиздат, 1962.С.158-171.
 4. Павелко В.Л., Пуголовкин В.В. Контроль результатов определения главных ионов в природных водах // Гидрохимические материалы. 1975.Т.64. С. 196.
 5. Sakamoto Mitsuru. 1982. Eutrophication of Japanese lakes is related to the dynamics of nitrogen and phosphorus// Res. Relat. UNESCO Man and Biosphere Program Jap., 1981-1982. S.1.P.74.
 6. Lee S.F., Jones R.A., Rast W. 1978. Eutrophication of water bodies: Insights for an age-old problem// Environmental Science and Technology. Т.12, No. 8. P.900.
 7. А.Буникис, Л. Салицкайте. Гидрохимический режим. Кн. Состояние экосистемы водоема-охладителя Игналинской АЭС в начальный период ее эксплуатации/ серия «Теплоэнергетика и окружающая среда». Вильнюс, 1993, С. 10-18.
 8. L. Salickaitė-Bunikienė. Hidrocheminiai tyrimai Drūkšių ežere - Ignalinos AE aušinimo baseine. *Kn. Valstybinė mokslo programa "Atominė energetika ir aplinka". Baigiamoji ataskaita 1993-1997.* (1998) 61-94.
 9. L. Salickaitė-Bunikienė, A. Bunikis. Drūkšių ežero pastovios taršos pasekmės: jo vandens cheminėi sudėčiai. *Kn. Lietuvos*

meteorologijas ir hidrologijas problemas XXI a. išvakarėse (konferencijos medžiaga), (1998) 40-44.

Шведовский П.В., Волчек А.А.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Дана методика прогноза экологической надежности агротехнических и ландшафтно-мелиоративных систем. Приведена система критериев (признаков-свойств) экологической надежности. Описаны результаты моделирования экологической надежности и дополняющей ее функции эстетичности для перспективных и наиболее распространенных в республике систем.

Ключевые слова: Экология, преобразование, надежность, эстетичность, системы, функции, объект, изменение, нарушение, интенсивность, пределы, прогноз.

Сегодня, как никогда, независимо от типа объекта преобразования или освоения наиболее проблемной является экологическая надежность антропогенизирующих систем.

Экологическая надежность определяет способность системы выполнять характерные ей функции экологического аспекта, с сохранением основных параметров при антропогенных воздействиях на нее.

Основные параметры надежности по исследованиям [2,3,6] должны определяться соотношением в системе и объекте самовосстанавливающихся и не восстанавливающихся элементов (цепей), структурно-функциональной связанностью их (последовательное, параллельное, наложенное, с последствием и др.), степени их управляемости, продолжительностью эксплуатационных циклов и наличием слабых "звеньев" (степенью контроли-

*Шведовский Петр Владимирович. Профессор, кандидат технических наук. Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии БГТУ.
Волчек Александр Александрович. Доцент, кандидат географических наук. Кафедра сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций БГТУ.*

решаемости и прогнозируемости). Рассмотрим модель жизни функционирования системы.

С математической точки зрения параметрическая функция экологической надежности есть вероятность того, что за время функционирования системы T параметры ее состояния и состояния объекта (среды) не выйдут за допустимые пределы, т.е.

$$P = \text{Вер}(R_{n1} < \bar{Z}_n < R_{n2}),$$

где R_{n1} — допустимые пределы, являющиеся координатами по поверхности предельных экологических состояний системы (объекта) и среды;

Если базировать экологическую надежность на обобщенных сопротивляемости (живучести) R и нагрузке P_n то вероятность экологической надежности системы можно выразить соотношением — вероятности события $P_r = P(R - R) > 0$, при $P_r + Q = 1$

где Q — вероятный риск.

Соответственно непараметрическая функция будет иметь вид —

$$F(t) = n^t \cdot (1 - \bar{h}_j) \quad (2)$$

где \bar{h}_j — оценка функции максимального правдоподобия; t — время функционирования системы; n — число независимых нецензурируемых (неконтролируемых) и цензурируемых систем.

Для агротехнических и ландшафтно-мелиоративных систем экологическая надежность должна аспектироваться относительно функций эколого-социальных последствий (F_1) и экологической надежности (F_2), определяющих параметры и степень экологических нарушений среды обитания (Π_1) и изменения социально-экономических условий проживания (Π_2).

Количественное определение этих параметров предлагает осуществлять через самые различные критерии. Например,

П.И. Закржевский [1] – через среднюю продолжительность жизни населения, как в целом, так и по возрастным и социальным группам (критерий влияния качества воды и экосостояния почвы), а И.В. Минаев [4] – уровни обеспеченности комфортности. Но независимо от системы определяющих критериев понятие «отказ» для систем всегда будет случайным событием, вызывающим разного рода эколого-социальные и экономические последствия, как материально осязаемые, так и ценностно-неосязаемые.

Так как параметры экологической надежности всегда случайные величины, то их количественную оценку необходимо определять с позиций теории вероятности и выбросов (флуктуации) случайных функций.

Однако специфичность отказов (социально-экономические последствия для общества и экологические – для агроценозов и биогеосистем) требует разработки новых методов статистического анализа данных; так как они формируют специфическую группу – данные типа времени жизни. Наиболее целесообразно использовать суммарные статистики на базе теории векторов с анализом покомпонентных воздействий и внутренних и внешних свойств систем, которые позволяют учесть накопленную меру воздействий (K_j) и их сдвиг во времени (t_j).

Необходимо также отметить, что структурная сложность и неоднородность природных объектов позволяют создать только формализованные методы прогноза и оценки их состояний, ибо в принципе любое изменение абиотических параметров вызывает изменения всех систем.

При этом степень допустимости (недопустимости) изменений их состояния имеет всегда внеэкономическую компоненту, связанную с уникальностью, т.е. оценка изменений состояния природных объектов, а, соответственно и антропогенизирующих систем должна проводиться на основе теории полезности, включающей как "материально осязаемые", так и "неосязаемые полезности".

Отсюда функция экологической надежности (P_c) должна охватывать три области: собственно систему (P_1), ее элементы (P_2) и процессы (P_3), т.е. $P_c = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$. При этом, если не наступает катастрофического разрушения системы, P_1 - определяет вероятность ее функционирования в пределах допустимого, P_2 - вероятность того, что основные элементы системы, в течение определенного периода, не выйдут за пределы допустимого, а P_3 - вероятность того, что технология природопользования не вызовет катастрофических изменений основных элементов системы и среды.

Анализ единичных графиков функции экологической надежности $[P_c(t)]$, функции интенсивности нарушения элементов природной Среды $[\lambda(t)]$ и функции "резервной" надежности $[f(t)]$, определяющей длительность периода до неблагоприятных изменений (рисунок 1), показывает, что интенсивность отказов в период формирования критического уровня экологической надежности, должна определяться уровнем начальной надежности и изменчивостью во времени внутренних процессов системы и внешних факторов. Итак, необходим достоверный учет созидательных антропогенных факторов (последствий условных значений ошибок и упущений) и непредвиденных геоклиматических и георегиональных факторов. Выбор же начальной "резервной" надежности является, при этом, чисто экономической задачей, так как она определяет, в итоге, стоимость создания экологически надежных систем.

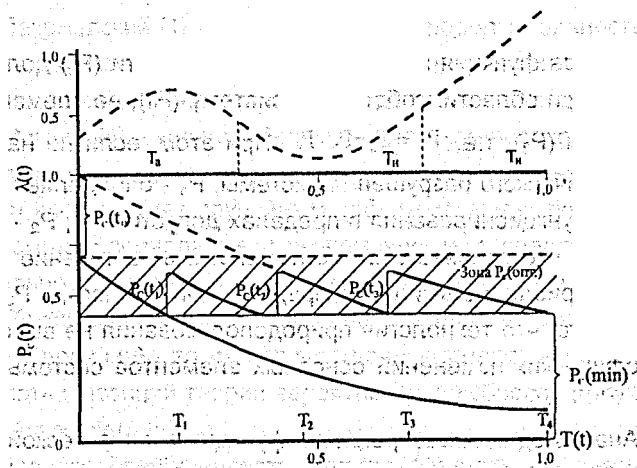


Рис. 1 Временные графики изменения экологической надежности $[P_c(t)]$ и интенсивности нарушений $[\lambda(t)]$

где T_n — начальный период воздействия (период эксплуатации системы); T_n — период оптимального функционирования; T_n — период формирования критического уровня экологической надежности; $P_c(t)$ — экологическая надежность при начальном «резервировании»; $P_c(T_1)$ — повышение надежности при поэтапной реализации природовосстановительных и природоохранных мероприятий; P_i^{\min} — минимально допустимая экологическая надежность.

Так же очевидно, что оптимальный уровень экологической надежности можно обеспечивать на двух направлениях: начальным «резервированием»; поэтапной реализацией природоохранных и природовосстановительных мероприятий.

С эколого-социальной точки зрения определение оптимального компромисса между приведенными затратами и экологической надежностью требует установления функции экологического ущерба вида

$$Y_i(S) = Y(a_1, a_2, \dots, a_n; b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (3)$$

где a_i – параметры, определяющие состояние системы воздействий, влияющих на вероятность появления экологических изменений; b_i – детерминированные величины, определяющие конструктивно-технологические и эколого-экономические характеристики.

Прогнозирование поведения любых гео-, био- и экосистем требует выделения и анализа четырех возможных и несовместимых состояний: S_0 – нормального функционирования; S_1 – некоторой допустимой перегрузки; S_2 – потери способности к самовосстановлению; S_3 – критического состояния.

По принципу формирования возможных реальных состояний системы ее поведение можно описать функцией –

$$S_i = \sum_{j=1}^a \sum_{n=1}^m S_i^{r,n}$$

где i – состояние группы элементов типа $g = 1, 2, \dots, m$, находящихся под воздействием $t = 1, 2, \dots, n$ – факторов, для которых характерно 7 прямых ($S_0 \leftrightarrow S_1$) и 3 контингентных ($S_0 \leftrightarrow S_2, S_3$) рисков.

Общий закон вероятности разрушения системы или отдельных ее элементов, исходя из предельных состояний и способности к самовосстановлению и нормальному воспроизводству, имеет вид

$$Q = F_0(T_{CP}) = \int_0^{\beta_1/\beta_2} \varphi_1(S) \cdot \left[\int_0^{\beta_1/\beta_2} \varphi_2(r) dr \right] dS \quad (4)$$

где β_1/β_2 – суперпозиция функций; $\beta_1 = f(r, S)$ и $\beta_2 = \lambda(r, S)$; r – характеристика устойчивости системы к преобразованию; S – резерв экологической надежности; T_{CP} – период функционирования; F_0 – функция экологической надежности; $\varphi_1(S)$ –

плотность вероятности действующих антропогенных воздействий; $\varphi_2(r)$ – плотность вероятности критических (разрушающих) воздействий; f и γ – соответственно, функции "резервной" надежности и интенсивности нарушений.

Проведенный анализ показывает, что функция экологической надежности вполне определима номенклатурой следующих критериев (признаков-свойств): k_1 – степень обратимости и взаимодействия природных и производственных процессов; k_2 – степень пригодности и качество выполнения социально-экологических функций; k_3 – направленность и интенсивность развития основных компонент; k_4 – величина критического воздействия (нагрузки) на отдельные компоненты; k_5 – реакция на систему мероприятий по предупреждению и (или) устранению негативных последствий; k_6 – степень воспроизводства природных (биосферных) ресурсов; k_7 – степень удовлетворения общественных потребностей в качестве природной Среды; k_8 – показатель репродукционной продуктивности; k_9 – степень окультуренности ландшафтов; k_{10} – степень изъятия биосферных ресурсов; k_{11} – величина удельных капиталовложений; k_{12} – степень совершенства технологических процессов (геохимической локально-региональной активности территории).

Численное определение этих критериев описано в нашей работе ранее [5, 7].

Необходимо отметить, что дополнением к функции экологической надежности (F_0) является и функция эстетичности (P_0), определяющая психолого-эстетические качества системы и среды (k_p^1 – коэффициент натуральности облика; k_p^2 – степени антропогенности элементов среды; k_p^3 – степени композиционной значимости визуальных пространств; k_p^4 – степени разнообразия территории по структуре и компонентам).

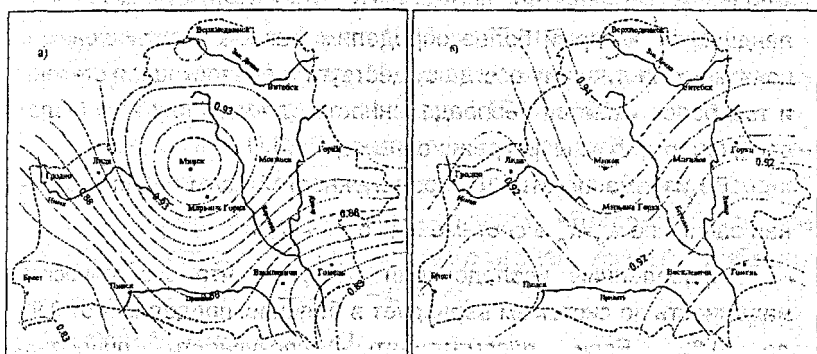


Рис. 2 Функция экологической надежности: а – для большинства существующих; б – для экологически совершенных систем.

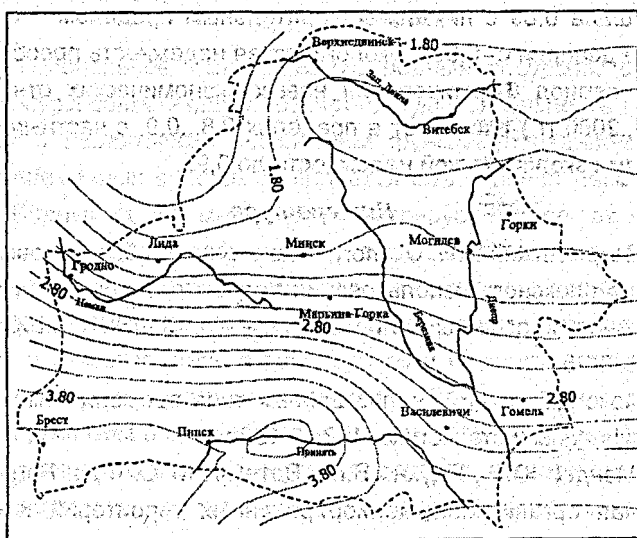


Рис. 3 Функция эстетичности систем.

Оптимальность диапазонов критериев экологической надежности (F_0) и психолого-эстетических качеств системы и среды (P_3) должна обеспечивать их биосферную совместимость. Фактические значения функций (F_0) и (P_3) приведены на рисунках 2 и 3.

Следует отметить, что оценку критерия эстетичности И.В. Минаев [4] предлагает производить относительно наихудшего ландшафта, который более определим, так как по отношению к понятию «наилучший» всегда существует и превосходная степень и тем более имеется неопределенность для чего или кого (человека, флоры, фауны, рекреационных целей).

Во избежание этих неопределенностей нами принята бальная оценка по $k_p^1 - k_p^4$ в системе $0 \rightarrow 5 \Rightarrow 4$ [7].

Проведенные исследования показали, что экологическая надежность по системам варьирует в больших пределах – от 0,99 до 0,82. Если рассматривать совокупность природно-антропогенных систем, как единую систему, то экологическая надежность преобразований, которые проводились до 1990 года не превышала 0,89 с нижним доверительным пределом – 0,85 (на уровне доверия $s=0,95$). Экологическая надежность преобразований в период формирования новых экономических отношений (1991..2000 гг.) варьирует в пределах 0,8...0,9, с частными показателями экологической надежности до 0,95.

Литература

1. Закржевский П.И. Экологические аспекты бассейновых схем комплексного использования водных ресурсов. Сб. «экологические аспекты мелиорации». – Мн.: БелНИИМВХ, 1990 – с. 30-34.
2. Кокс Д.Р. и др. Анализ данных типа времени жизни. – М.: Финансы и статистика, 1988 – 189с.
3. Мандер Ю.Э., Яцухно В.М., Ветемьяэ М.Ю. и др. Рациональная организация мелиорированных территорий и охрана природной среды. – Тарту.: ЭСЭ, 1985 – 32с.
4. Минаев И.В. Экологическое совершенствование мелиоративных систем. – Мн.: Ураджай, 1986 – 150с.
5. Федоров В.Г., Шведовский П.В. Понятийно-логические модели оптимизации природопользования, формирования и управления техноприродными объектами. Тр. межд. конф.

- «Научные аспекты рационального использования природных ресурсов». – Брест, 1998, с.177-183.
6. Чернышев. М.К. и др. Математическое моделирование иерархических систем. – М.: Наука, 1983 – 192с.
 7. Шведовский П.В. Эколого-социальные проблемы мелиоративно-ландшафтных преобразований. Тр. Международной научно-практической конференции "Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды", Биберах-Брест-Ноттингем, 1998 – с.44-49.
- Валуев В.Е., Цилиндь В.Ю.** –

РАСЧЕТЫ ГОДОВОГО СТОКА МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОСБОРОВ

Рациональное использование водных ресурсов, сочетающее ресурсосберегающую хозяйственную деятельность на водосборах с экологически безопасным функционированием малых рек и временных водотоков, является объективной необходимостью. Водный режим малых рек интегрирует в себе как влияние местных физико-географических факторов, так и многообразные изменения ландшафта в результате хозяйственной деятельности на территориях водосборов. Количественная оценка водных ресурсов и качества воды в русловой сети осуществляются, в основном, с привлечением материалов наблюдений за гидрологическим режимом больших и средних рек. Однако, прямые оценки гидрологического режима малых водотоков достаточно сложны из-за отсутствия или ограниченности рядов данных по измеренным расходам воды. Кроме того, в связи с антропогенной деятельностью на водосборах происходит постоянное изменение ус-

Валуев Владимир Егорович. Профессор, кандидат технических наук. Кафедра сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций БГТУ.
Цилиндь Валерий Юзефович. Старший преподаватель кафедры инженерной экологии и химии. Начальник информационно-вычислительного центра БГТУ

ловий формирования стока – нарушается однородность гидрологических рядов. Получение основных статистических параметров гидрологических характеристик (\bar{Q} – норма годового стока; C_v – коэффициент вариации, C_s – коэффициент асимметрии) по таким данным затруднено или невозможно в рамках требований П1-98 к СНиП 2.01.14-83 [1].

Нами исследованы косвенные зависимости влияния основных морфометрических характеристик малых водосборов (F_i – общая площадь водосбора, км²; H_i – средняя для водосбора абсолютная отметка (высота); M_i – залесенность – $f_{\text{ох.лес}}$, $f_{\text{заб.лес}}$, озеренность – $f_{\text{оз}}$; заболоченность – $f_{\text{бол}}$, $f_{\text{заб.зем}}$, $f_{\text{заб.лес}}$; уклон водосбора – $I_{\text{в.ср.}}$; уклон русла реки – $I_{\text{р.ср.}}$; распаханность водосборной площади – $f_{\text{расп.}}$ и др.) на формирование стока рек. Корреляционный анализ обеспеченных величин годового стока свидетельствует о том, что степень влияния морфометрических особенностей водосборов может изменяться в широком диапазоне, вплоть до перемены знака влияния (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляционная матрица связи морфометрических характеристик водосбора со значениями годового стока различной обеспеченности

	H	$I_{\text{в.ср.}}$	$I_{\text{р.ср.}}$	GRS	$f_{\text{оз}}$	$f_{\text{бол}}$	$f_{\text{заб.зем}}$	$f_{\text{заб.лес}}$	$f_{\text{ох.лес}}$	$f_{\text{расп.}}$
$P_{0,01\%}$	-0,02	-0,40	-0,20	-0,46	0,33	-0,10	0,00	0,25	0,08	-0,11
$P_{0,1\%}$	0,00	-0,41	-0,18	-0,45	0,38	-0,10	-0,04	0,25	0,08	-0,11
$P_{1\%}$	0,04	-0,40	-0,15	-0,43	0,41	-0,08	-0,08	0,26	0,07	-0,09
$P_{3\%}$	0,05	-0,40	-0,13	-0,41	0,43	-0,07	-0,09	0,25	0,06	-0,08
$P_{5\%}$	0,06	-0,40	-0,12	-0,41	0,43	-0,06	-0,10	0,25	0,06	-0,08
$P_{10\%}$	0,07	-0,39	-0,11	-0,39	0,44	-0,05	-0,12	0,25	0,05	-0,06
$P_{20\%}$	0,09	-0,38	-0,09	-0,38	0,43	-0,03	-0,13	0,24	0,04	-0,05
$P_{25\%}$	0,09	-0,38	-0,08	-0,37	0,43	-0,02	-0,13	0,23	0,03	-0,04
$P_{30\%}$	0,10	-0,38	-0,07	-0,36	0,43	-0,02	-0,13	0,22	0,03	-0,03
$P_{40\%}$	0,11	-0,37	-0,06	-0,35	0,42	-0,01	-0,13	0,21	0,02	-0,01
$P_{50\%}$	0,12	-0,36	-0,05	-0,34	0,41	0,00	-0,14	0,20	0,01	0,00
$P_{60\%}$	0,13	-0,35	-0,04	-0,33	0,40	0,01	-0,14	0,18	0,00	0,02
$P_{70\%}$	0,14	-0,35	-0,03	-0,32	0,39	0,02	-0,13	0,17	-0,01	0,04

	H	в.ср.	в.ср.	GRS	f _{оз}	f _{бол.}	f _{заб.зем.}	f _{заб.лес.}	f _{сух.лес.}	f _{расп.}
P _{75%}	0,15	-0,34	-0,02	-0,32	0,38	0,02	-0,13	0,16	-0,01	0,05
P _{80%}	0,16	-0,34	-0,02	-0,31	0,38	0,03	-0,13	0,15	-0,02	0,06
P _{90%}	0,18	-0,33	0,00	-0,30	0,35	0,04	-0,12	0,12	-0,03	0,09
P _{95%}	0,19	-0,32	0,00	-0,30	0,33	0,04	-0,12	0,10	-0,04	0,11
P _{97%}	0,19	-0,31	0,01	-0,30	0,32	0,05	-0,11	0,08	-0,04	0,12
P _{99%}	0,16	-0,31	-0,01	-0,34	0,27	0,03	-0,13	0,10	0,03	0,08
P _{99,5%}	0,18	-0,28	0,02	-0,29	0,24	0,05	-0,10	0,03	-0,05	0,16

Статистические зависимости годового стока различной обеспеченности от морфометрических характеристик малых водосборов имеют вид

$$Q_{P\%} = f(F_1, H_1, I_{в.ср.}, f_{оз}, f_{бол.}, f_{заб.зем.}, f_{заб.лес.}, f_{сух.лес.}, f_{расп.}, GRS) \quad (1)$$

в которые, кроме перечисленных выше факторов, входит GRS – густота речной сети.

Степень влияния факторов оценивалась по значениям t-критерия Стьюдента для соответствующих коэффициентов регрессии, абсолютная величина которых, в данном случае, характеризует влияние рассматриваемого параметра на величину стока. Положительные значения критерия Стьюдента говорят о том, что с его увеличением годовая сток растет, и наоборот – рост отрицательных значений t-критерия Стьюдента свидетельствует об уменьшении величин ($Q_{P\%}$).

Совместный анализ экспериментальных и расчетных данных показал, что во всех гидрологических районах Беларуси решающее влияние на величину годового стока малых рек оказывают климатические факторы. Они задают общую схему распределения стока в пределах каждого гидрологического района, подтверждающую теорию широтной зональности формирования климатических факторов на исследуемой территории. Зональные закономерности изменения стока по территории Беларуси нередко нарушаются существенным влиянием местных (азональных) факторов (заболоченность, залесенность, уклон реки и др.).

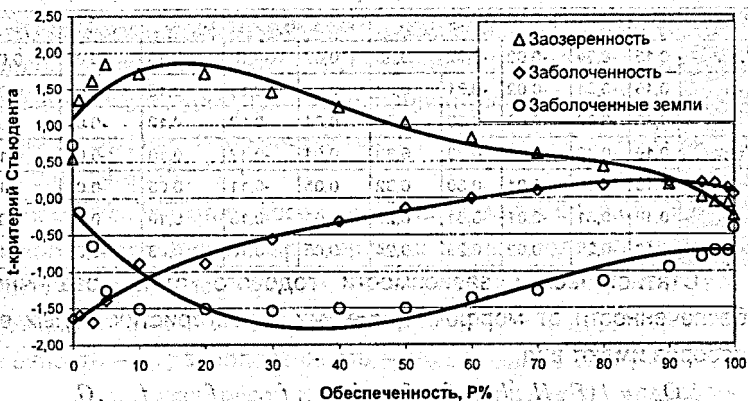


Рис. 1 – Значения t-критерия Стьюдента для параметров: "заозеренность" – $f_{оз}$; "заболоченность" – $f_{бол}$; "заболоченность земель" – $f_{заб.зем}$.

Наличие на водосборной площади озер ($f_{оз}$) приводит к перераспределению стока во времени за счет аккумуляции выпавших на их поверхность осадков и части стока с водосбора, а также – к увеличению потерь на испарение с водной поверхности. В результате этого влияния (рисунок 1), среднегодовой сток на водосборах малых рек уменьшается в маловодные и увеличивается во влажные годы по сравнению с водосборами без озер. Влияние озер на годовой сток становится существенным при озерности водосбора более 2...5%.

Влияние заболоченности на годовой сток неоднозначно. Оно определяется климатическими и гидрогеологическими условиями, в которых существует болото, собственно типом болот (верховые, низинные, переходные) и стадией болотообразовательного процесса, зависит от реального состояния поверхности болот, наличия на ней пространств открытой воды, а также, в целом, – от степени заболоченности водосборов на исследуемой территории. Определенным критерием при оценке влияния болот на годовой сток является, как и в случае с озерами, соотношение испарения

с суши и с водной поверхности. Годовой сток с заболоченных водосборов приблизительно равен зональному стоку.

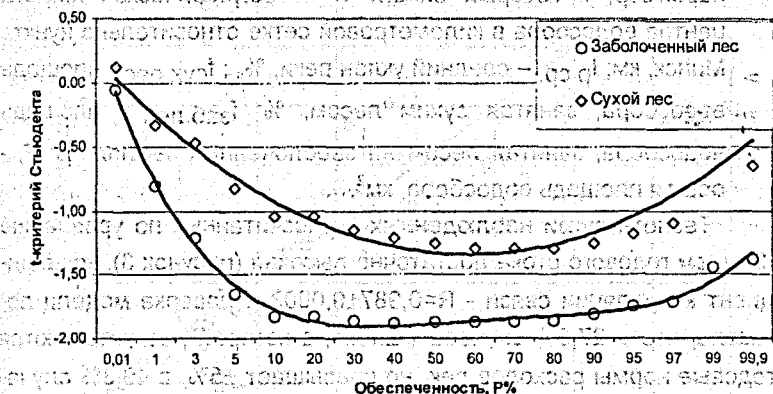


Рис. 2 — Значения t-критерия Стьюдента для параметров:

"заболоченный лес" — $f_{\text{заб.лес}}$; "сухой лес" — $f_{\text{сух.лес}}$

Влияние леса на годовой сток малых рек интегрирует вклад большого количества физико-географических факторов: общая увлажненность территории (климатические условия), рельеф, почвогрунты, гидрогеологическое строение бассейна, глубина вреза русла реки, вид, густота и возраст лесов; наряду с размером занимаемой ими площади (общей залесенностью) и пр. Исследования показали, что влияние залесенности территории (рисунок 2) минимально во влажные годы (обеспеченность 5...20%) и в засушливые (обеспеченность 95 и более процентов). Выявленная закономерность объясняется тем, что в зимний период на залесенных водосборах, медленнее идут процессы таяния снега и испарения, приводя к увеличению годового стока.

В результате комплексного исследования стокоформирующих факторов, с использованием методов математической статистики, получена математическая модель нормы годового стока малых рек Беларуси

$$\bar{Q}_r = 2,3 \cdot 10^6 \cdot \bar{X}_r^{0,668} \cdot (\varphi + 300)^{0,386} \cdot (I_{p.c.p.} + 1)^{0,193} \cdot (f_{\text{сух.лес}} + f_{\text{заб.лес}} + 1)^{0,107} \cdot F_i^{1,12} \quad (2)$$

где \bar{Q}_r - норма годового стока, м³/с; \bar{X}_r - годовая норма атмосферных осадков, мм; $(\varphi + 300)$ - географически параметр, в который входит φ - географическая широта центра водосбора в километровой сетке относительно пункта Минск, км; $I_{p.c.p.}$ - средний уклон реки, ‰; $f_{\text{сух.лес}}$ - площадь водосбора, занятая сухим лесом, ‰; $f_{\text{заб.лес}}$ - площадь водосбора, занятая лесом на заболоченных землях, ‰; F_i - общая площадь водосбора, км².

Теснота связи наблюденных и рассчитанных по уравнению (2) норм годового стока достаточно высокая (рисунок 3), коэффициент корреляции связи - $R = 0,987 \pm 0,0003$. Проверка модели показала, что в 27,5% случаев ошибка, с которой рассчитываются годовые нормы расходов рек, не превышает $\pm 5\%$, в 49,3% случаев - $\pm 10\%$, в 65,2% случаев - $\pm 15\%$, в 85% случаев - $\pm 20\%$, и ошибки более $\pm 25\%$ - составляют только 1,4% случаев. Таким образом, можно считать, что, предлагаемая математическая модель адекватно отражает в целом за год гидрологический режим водосборов малых рек Беларуси и позволяет рассчитывать с достаточной, для практических целей, точностью норму их годового стока. Кроме этого, использование данной модели позволяет моделировать изменения стока реки при изменении, в результате хозяйственной деятельности, морфометрических особенностей водосборов.

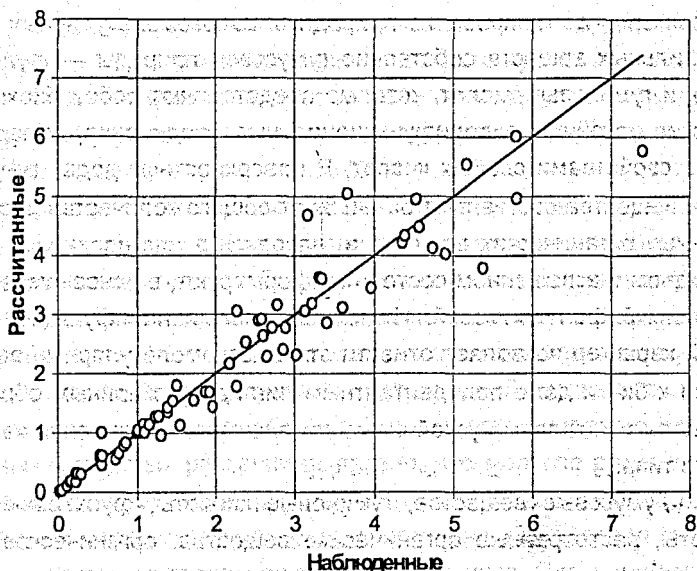


Рис. 3 – График связи наблюдаемых ($\bar{Q}_{г.набл.}$) на малых реках Беларуси и рассчитанных ($\bar{Q}_{г.расч.}$) по уравнению (2) норм годового стока.

Литература

1. Пособие к строительным нормам и правилам – П1-98 к СНиП 2.01.14-83 "Определение расчетных гидрологических характеристик". Официальное издание. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000.- 175с.

Головач А.П. – кандидат технических наук, доцент кафедры гидрологии и гидроэнергетики БГТУ.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ГЛАВНЫХ КЛАССОВ РАСТВОРЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД

Головач Анна Петровна. Ассистент, Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Для природных поверхностных вод наряду с исключительным разнообразием состава растворенных органических веществ характерно доминирование природных высокомолекулярных гидрофильных веществ собственно гумусовой природы — фульвовых и гуминовых кислот, которые представляют собой биохимические устойчивые полифункциональные соединения, обладающие свойствами слабых кислот. В поверхностных водах гумусовые вещества составляют 60–90 % от общего количества растворенных органических веществ и, находясь в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии, формируют, в основном, естественный фон примесей. Их многоосновный полифункциональный характер позволяет отнести эти высокомолекулярные вещества к би- и даже полидентантным лигандам, склонным образовывать с металлами устойчивые комплексные соединения хелатного типа.

Гумусовые вещества, гуминовые кислоты, фульвовые кислоты, растворенные органические вещества, органическое вещество.

Одной из важнейших проблем современной гидрохимии является изучение органического вещества природных вод. Именно органическое вещество, растворенное и взвешенное, живое и косное, определяет в основном ту разницу, которая существует между природной водой и раствором тех же солей и газов в дистиллированной воде.

Многочисленные исследования позволяют утверждать, что главную часть растворенных органических веществ поверхностных природных вод представляют гумусовые вещества (ГВ) [1, 2]. Фульвовые и гуминовые кислоты (ФК и ГК) составляют до 60–90% растворенных органических веществ (РОВ). Содержание фульвокислот, как правило, на порядок превышает содержание гуминовых кислот и для наиболее распространенных типов поверхностных вод колеблется в пределах от 1 до 100 мг/л, то есть на 3–4 порядка превышает содержание неорганических микроэлементов.

В настоящее время выделяют два основных источника происхождения гумусовых веществ в поверхностных водах. С одной стороны — это трансформация почвенного гумуса и окисление других терригенных органических веществ, с другой — синтез гуминовых и фульвокислот в водоеме в процессе ферментативного разложения водных организмов [2, 3].

По современным представлениям в синтезе, например, ГК участвуют разнообразные органические вещества, претерпевающие при этом сложные биохимические и химические превращения. Об этом свидетельствует наличие в их составе фрагментов аминокислот, ароматических альдегидов, полифенолов, пуриновых и пиримидиновых оснований, углеводов. В результате опытов по изучению образования гумусовых веществ в морской воде из живых и мертвых растений выявлено, что мертвое растение выделяет приблизительно в 10 раз меньше гумусовых веществ, чем живое. В первом случае преимущественно выделяются гуминовые кислоты, во втором случае — фульвовые. Популяции микроорганизмов, в частности эпитрофных, способствуют образованию гумусовых веществ утилизацией и синтезом простых органических соединений (например аминокислот и углеводов, которые затем полимеризуются). Наличие в процессе образования гумусовых веществ грибов повышает в них содержание ароматических веществ [4].

Однако, несмотря на большое количество работ, проблема природного синтеза гумусовых веществ до конца еще не решена. Наиболее вероятны два механизма образования гумусовых веществ: либо биомолекулы и связанные с ними некоторые мелкие молекулы разлагаются в процессе гумификации и образуют центральное ядро гуминового вещества, либо "реполимеризуются" малые органические молекулы, получающиеся после полной биодеструкции исходных биополимеров. Большинство исследователей склоняются к признанию важной роли в образовании гу-

мумовых соединений взаимодействия аминокислот и углеводов по меланоидиновому механизму [3]. В результате ферментативного окисления ароматических соединений, в том числе полифенолов и лигнина, образуются хиноны и семихиноновые радикалы, вступающие во взаимодействие с аминогруппами полипептидов, аминокислот и меланоидинов. Окончательным этапом формирования гумусовых веществ является поликонденсация отдельных фрагментов [4].

В целом ГВ представляют собой класс природных соединений переменного состава. При сравнительно больших вариациях молекулярных масс (300–50000 а.е.м.) относительно небольшие изменения их состава не вызывают существенных изменений свойств гумусовых веществ. Несмотря на большое разнообразие в объектах окружающей среды, строение гуминовых и фульвовых кислот можно представить в виде ядра из фрагментов циклически полимеризованного углерода и боковых цепей [3, 4, 5]. По современным представлениям в состав каждого фрагмента торфяных гумусовых кислот входит не более трех ароматических ядер. Фрагменты молекул соединяются мостиками, состоящими из отдельных атомов ($-O-$, $-N=$) или групп атомов ($-NH$, $-CH_2$). Азот, входящий в состав ГК и ФК, представлен аминогруппами и в гетероциклах. В состав ядер гумусовых веществ входят бензо-(пиридин)-поликарбоновые кислоты. В периферийной части молекулы присутствуют аминокислоты, аminosахара и углеводы. При ароматических ядрах и в боковых цепях располагаются гидроксильные и карбоксильные группы, определяющие кислотные свойства этих веществ.

Основное количество кислорода гуминовых и фульвовых кислот входит в состав карбоксильных, карбонильных, гидроксильных (фенольных, спиртовых) и метоксильных группировок. Как правило, содержание кислорода (карбоксильной группы) выше в фульвовых кислотах, благодаря чему они обладают более высокой реакционной способностью и подвижностью в водной среде.

Фракции ФК растворяются не только в щелочах, но также в воде и в кислотах. В то время как для ГК, вследствие их более низкой основности, характерны меньшая растворимость в воде и нерастворимость в кислотах. В гумусовых кислотах природных вод обнаружен алифатический и ароматический углерод, причем в гуминовом соотношении ароматического углерода и алифатического гораздо выше, чем в фульвовых, то есть при переходе от ФК к ГК происходит последовательное увеличение содержания конденсированных ароматических фрагментов. Постепенное изменение степени гумификации образцов при переходе от ФК к ГК и наличие корреляции с функциональным составом, по мнению некоторых авторов [3], позволяет считать ФК промежуточным звеном в сложном и многообразном процессе биохимической трансформации органического вещества. Повышение ароматичности при переходе от ФК к ГК сопровождается углублением окраски препаратов [2] и в значительной мере сказывается на изменении цветности вод, обогащенных ГВ. Цветность поверхностных вод на 75–85 % обусловлена присутствием ГК и всего на 25–15 % — ФК, несмотря на преобладание последних.

Гумусовые кислоты являются полиэлектролитами со слабо-диссоциирующими в кислых и нейтральных средах ионогенными группами. Полная обменная емкость по карбоксильным и фенольным группам оценивается величинами от 3 до 11 мг-экв/г. Это указывает на высокую плотность ионогенных групп в молекулах гумусовых соединений и необходимость их рассмотрения как полиэлектролитов. Константы диссоциации растворенных в природных водах гумусовых соединений оценивают величинами pK_a для карбоксильных групп — от 1,5 до 6 и для фенольных групп от 8 до 12. Термин "карбоксильные группы" обычно употребляется в смысле обозначения тех ионогенных групп гумусовых соединений, которые при реальных рН природных вод (7–8) в значительной мере диссоциированы. В противоположность "фенольные

группы" в таком интервале рН практически не диссоциированы. Размер и форма частиц фульво- и гуминовых кислот зависят от степени диссоциации ионогенных групп, определяемой при отсутствии комплексообразования главным образом величиной рН.

Свойства ГВ во многом зависят от присутствия в их молекулярной структуре карбоксильных и фенольных групп. Имеется ряд исследований, показывающих большую значимость этих групп в природных процессах, протекающих с участием гумусовых веществ. Установлено, например, что именно кислотными свойствами предопределяется та особая роль, которую ГВ играют в процессах миграции химических элементов в биосфере. К особенностям гумусовых веществ следует отнести их способность к взаимодействию с металлами, аминокислотами и другими органическими соединениями, среди которых различные галогенсодержащие вещества, протеины, пластификаторы, гербициды, инсектициды и другие вещества, обладающие большой биологической активностью [6]. С растворимым гумусом связано до 96 % аминокислот, доля которых достигает 21-35 % в азотсодержащей фракции органического вещества природных вод. ГК и ФК увеличивают в несколько раз растворимость пестицидов (ДДТ), n-алканов и полиароматических углеводородов. Гумусовые кислоты, кроме того, могут ускорять гидролиз пестицидов, влиять на результаты определения полиароматических углеводородов в водах, фотосенсибилизировать разложение некоторых загрязняющих веществ, изменять летучесть и биоусвояемость связанных фракций различных органических соединений.

ГК и ФК являются своего рода носителями загрязняющих веществ в воде, активно участвуя в процессах трансформации, переноса и накопления органических веществ и металлов в водных экосистемах.

Литература

1. Генералова В.А. Определение содержания фульвокислот в природных водах // Гидрохим. матер. – 1974. – Т. 60. – С. 186–191.
2. Орлов Д.С. Гуминовые кислоты. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 332 с.
3. Hatcher P.G., Spiker E.S. Selective degradation of plant biomolecules // Hum. Subst. and Role Environ. – Berlin, 1987. – P. 59–74.
4. Ziechman W. Evolution of structural models from consideration of physical and chemical properties // Hum. Subst. and Role Environ. – Berlin, 1988. – P. 113–132.
5. Hedges J.I. Polymerization of humic substances in natural environments // Hum. Subst. and Role Environ. – Berlin, 1987. – P. 45–58.
6. Humic substances in ground waters / N. Paxeus, B. Allarg, U. Olofsson, M. Bengtsson // Sci. Basis Nucl. Waste Manag. – Pittsburg, 1986. – P. 525–532.

Левчук Н.В., Строкач П.П., Калишук Н.С.

ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИЕЙ

Экологические проблемы, связанные с загрязнением водных объектов, а так же обеспечением населения республики Беларусь питьевой водой соответствующего качества, остаются актуальными и сегодня. Загрязнение водной среды поллютантами, в том

Левчук Наталья Владимировна. *Ассистент. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.*

Строкач Петр Павлович. *Профессор, кандидат технических наук, член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ.*

Калишук Наталья Степановна. *Лаборант III категории химлаборатории, «Водоканал».*

числе аммонийным, нитратным, нитритным азотом в большинстве случаев обусловлено действием рассредоточенных и неконтролируемых источников загрязнения, смывами с неканализованных территорий, животноводческих ферм, населенных мест и другой сельскохозяйственной деятельностью [1].

В соответствии с законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» за качеством питьевой воды осуществляется производственный, ведомственный контроль и санитарно-эпидемиологический надзор. Согласно СанПин 10-124 РБ 99 отбор проб из водозаборных сооружений по определению неорганических и органических веществ, в том числе нитратов, осуществляется 1 раз в год. Данные анализов за предыдущие 5 лет показывают, что содержание нитратов на выходе из водозаборных сооружений не превышает 3,9 мг/л. Однако, наибольшее содержание нитратов приходится на водозаборы, скважины которых находятся на территории сельских населенных пунктов (см. Рис 1).

Контроль за состоянием водных объектов показывает, что наиболее загрязнены поверхностные и грунтовые воды, используемые для водоснабжения сельских населенных пунктов. Содержание нитратов в них в 10-12 раз превышает ПДК [2]. Известно, что для взрослого человека допустимая суточная доза нитратов 300-325 мг/чел [3]. Согласно СанПин 8-83-98 РБ 99 и требованиям, предъявляемым к качеству воды при децентрализованном водоснабжении содержание нитратов не должно превышать 45 мг/л, нитритов - 3 мг/л, аммонийного азота - 2 мг/л. Наиболее распространенными водозаборными сооружениями в сельской местности являются шахтные и трубчатые колодцы различной конструкции и глубины. По данным анализов сделанных в лаборатории «Водоканала» г. Бреста, пробы, взятые из некоторых колодцев, находящихся в черте нашего города содержат от 100 до 150 мг/л нитратов.

Для решения проблемы, связанной с накоплением азотсодержащих соединений в водной среде и обеспечением населения сельских населенных пунктов питьевой водой, соответствующей СанПин 8-83-98 РБ необходимо применять эффективные методы водоподготовки. Одним из таких методов является электрокоагуляционная обработка воды. На кафедре инженерной экологии и химии БГТУ проведены предварительные исследования по удалению из воды азотсодержащих соединений на установке непроточного типа с пластинчатыми алюминиевыми электродами. Установлено, что при небольшом расходе алюминия в виде его гидроксида в процессе электролиза с последующим отстаиванием содержание ионов NO_3^- снижается с 370 до 100 мг/л. рН исходной жидкости составила 7.2, после процесса электрокоагуляции рН повышалась до 8.4. Образование щелочной среды способствует разрушению пассивной пленки, образующейся на поверхности электродов и повышению растворения алюминиевого электрода [4]. Совместное применение электрокоагуляции, фильтрации и отстаивания увеличивает эффективность очистки воды от ионов NO_3^- еще на 10-15 %.

Для улучшения качества питьевой воды, загрязненной не только нитратами, но и другими веществами, в сельских населенных пунктах можно использовать электрокоагуляционные установки небольшой производительности. Такие установки могут обеспечить высокий эффект удаления из воды загрязнений в виде взвесей, коллоидов, различных веществ, находящихся в молекулярном и ионном состоянии.

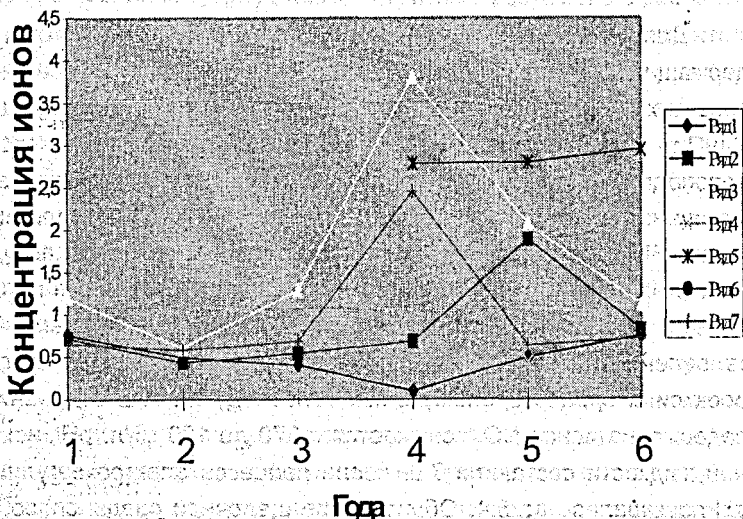


Рис. 1 Изменение показателей концентрации нитратов на выходе из водозаборных сооружений г.Бреста с 1995 по 2000

Ряд 1 - водозабор №7. Северный городок;

Ряд 2 - водозабор №6. Областная больница;

Ряд 3 - водозабор №5. Южный городок;

Ряд 4 - водозабор №4. Клейники;

Ряд 5 - водозабор №3. Мухавец;

Ряд 6 - водозабор №2. Граевка;

Ряд 7 - водозабор №1. ул. Ленина.

Литература

1. Щербаков Г.А. Рассредоточенные источники загрязнения поверхностных вод: проблемы и перспективы. /Водные ресурсы.-Минск, 1998, №4.
2. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1995 г.-Минск: АН Беларуси. Министерство природ-

...ных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 1996. Минск: Белгоспланынформ и химический институт. 3. Ильницький А.П., Королев А.А., Худолей В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1993. 4. Кульский Я.А., Строкач П.П., Смищенко В.А., Сайгак Е.И. Очистка воды. Киев.: Будивельник, 1978.

Строкач П.П., Яловая Н.П., Гулевич А.Л., Бурко О.П.

**ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ ОАО
„БРЕСТСКИЙ ЧУЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ“**

Вода для технологических нужд производства ОАО „Брестский чулочный комбинат“ забирается из р. Мухавец, проходит через очистные сооружения грубой очистки Брестского электролампового завода и направляется на напорные механические, затем на Na-катионитовые фильтры ОАО „БЧК“, предназначенные для умягчения и обезжелезивания воды. После фильтров вода собирается в сборном резервуаре, а из него поступает на производство. При такой очистке достигается только умягчение воды, она не обезжелезивается, не снижается ее цветность и окисляемость. Остаточное содержание соединений железа в воде после очистки почти не изменяется по сравнению с исходным и составляет 1,2-1,4 мг/л в зимний и несколько меньше — в весенний периоды года. Na-катионитовые фильтры не обеспечивают достижения требуемой величины остаточного железа в очищенной воде, несмотря на эффективную систему регенерации катио-

Строкач Петр Павлович. Профессор, кандидат технических наук, член корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ.

Яловая Наталья Петровна. Старший преподаватель. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Бурко Оксана Петровна. Ассистент. Кафедра социально-политических и исторических наук БГТУ.

Гулевич Алла Леонидовна. Доцент. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

нита поваренной солью. Недостаточная очистка воды влияет на качество выпускаемой продукции, приводит к увеличению экономических и экологических затрат, связанных с необходимостью использования в производстве дополнительных реагентов, что увеличивает содержание загрязняющих веществ в сточных водах.

Для качественного обезжелезивания воды необходим тщательный анализ ее состава в источнике водоснабжения [1-3], так как процесс удаления железа может зависеть от многих факторов. Нами установлено [1], что железо в р. Мухавец находится в истинно-растворенной трехвалентной форме. Кроме того в воде содержатся органические гумусовые вещества, повышающие ее цветность и способствующие образованию органических комплексов с соединениями железа, имеющих отрицательный заряд и не удаляемых в катионитовых фильтрах.

Количество органических веществ условно характеризуется величиной окисляемости воды, поступающей в цех из реки и выходящей после напорных ионообменных фильтров, показало, что она является высокой и составляет от 60 до 160 мг O_2/l (табл. 1).

Удаление из воды истинно-растворенных органических комплексов одним только Na-катионированием не достигается, затрудняется процесс гидролиза железа и происходит блокирование активных участков поверхности катионита.

На смонтированных в лабораториях кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета установках проводились исследования по улучшению качества воды. Изучались технологии: фильтрование воды через лаватит и сульфуголь, регенерированные 8 и 12%-ными растворами поваренной соли; фильтрование технологической воды, в которую предварительно вводился окислитель $KMnO_4$ разной концентрации; фильтрование через сульфуголь и лаватит, отдельно и последовательно, обработанные окислителем $KMnO_4$ разной концентрации; раздельное и последовательное фильтрование воды через анионит АВ-17-8, затем через катионит лаватит.

Моделировались высота слоя загрузки и скорость движения воды через фильтры.

Качество воды по содержанию железа и цветности определялось фотоэлектроколориметрическим методом на КФК-3, активная реакция среды (рН) – электрометрическим методом на рН-метре, общая жесткость, щелочность и окисляемость – химическими методами.

Данные таблиц представлены по усредненным значениям, полученным не менее чем из 3-х опытов.

Фильтрация воды по технологии ОАО „БЧК“ через лабораторные фильтры, смонтированные в университете, подтвердило результаты, получаемые в условиях чулочного комбината (табл.1). Изменение концентрации регенерационного раствора поваренной соли в пределах 8-12% не оказало влияния на качество фильтрата.

Таблица 1
Качество воды на действующих очистных сооружениях
ОАО „Брестский чулочный комбинат“

Точки отбора проб	Показатели качества воды					
	рН	цветность, град.	жесткость общая, мл-экв/л	Щелочность по HCO_3 , мг/л	Fe общ., мг/л	Окисляемость, $\text{mgO}_2/\text{л}$
До механических фильтров	6,8	65-70	4,5	195	1,4	60,0
После механических фильтров	6,95	65-70	4,8	213	1,0	60,0
После фильтров с сульфогилем	7,3	50-55	2,58	213	1,0	100,0
После фильтров с лаватитом	7,42	55	0,15	213	1,42	160,0
Вода, поступающая в цех (после РЧВ)	7,2	65	0,35	213	1,25	120,0

Исследовалась технология обезжелезивания воды путем введения в нее перед фильтрованием различных доз окислителя

$KMnO_4$ в виде 1%-ного раствора. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Качество фильтрата после обработки исходной воды различными дозами окислителя – $KMnO_4$ (время контакта окислителя с водой – 1ч.)

Доза $KMnO_4$, мг/л	Показатели качества воды			
	pH	цветность, град.	Fe общ., мг/л	окисляемость, mgO_2/l
Исходная вода	7,5	70	1,2	60
0,5	7,75	40	0,1	20
1,0	7,8	35	0,1	20
1,5	7,8	35	0,05	20
2,0	7,8	80	отс.	20
2,5	7,8	100*	отс.	20
3,0	7,8	120*	отс.	20

Примечание: * - вода увеличила окраску за счет избытка $KMnO_4$

Как показали исследования, дозы $KMnO_4$ 0,5 мг/л дают положительный результат. Содержание железа в очищенной после фильтрования воде составляет $\leq 0,1$ мг/л. Увеличение дозы $KMnO_4$ 2 мг/л приводит к повышению цветности воды. Это объясняется тем, что не весь введенный $KMnO_4$ расходуется на окисление железа, и часть его в виде окрашенного раствора остается в воде.

Изучалась технология обезжелезивания путем фильтрования воды через сульфуголь и лаватит, отдельно и последовательно, обработанные окислителем $KMnO_4$ („черный катионит“). Результаты исследований представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Качество воды, профильтрованной через сульфуголь и лаватит, обработанные $KMnO_4$

Наименование технологии	Показатели качества воды				
	pH	цветность, град.	окисляемость, mgO_2/l	жесткость общая, мл-экв/л	Fe общ., мг/л
Исходная вода	7,8	60	10,6	4,16	3,1
Фильтрование через сульфуголь, обработанный $KMnO_4$	7,7	20	0,4	2,0	0,56

Наименование технологии	Показатели качества воды				
	pH	цветность, град.	окисляемость, мг O ₂ /л	жесткость общая, мл-экв/л	Fe общ., мг/л
Фильтрация через лаватит, обработанный KMnO ₄	8,5	20	8,0	0,15	0,5

Таблица 4

Качество фильтрата*, полученного после обработки исходной воды по разным технологическим схемам

Наименование технологии	Показатели качества воды				
	pH	цветность, град.	окисляемость, мг O ₂ /л	жесткость общая, мл-экв/л	Fe общ., мг/л
Исходная вода	8,2	70	10	4,6	1,2
Фильтрация последовательная: АВ-17-8-лаватит	10,4	20	4,4	0,05	< 0,1
Фильтрация последовательная: АВ-17-8-сульфоуголь	9,0	45	1,2	0,2	0,1

Примечание: * - регенерация катионита лаватита производилась рекомендуемыми СНиП 8%-ным раствором NaCl, анионита АВ-17-8 - 4%-ным раствором NaOH.

Как видно из таблицы 3, после фильтрации воды через сульфуголь и лаватит, обработанные KMnO₄, содержание железа понижается до 0,56 мг/л (сульфоуголь) и 0,5 мг/л (лаватит).

Поскольку не достигалась необходимая величина остаточного железа в фильтрованной воде (0,1 мг/л), в технологическую схему включали фильтры, загруженные анионитом АВ - 17-8, регенерированным 4%-ным раствором NaOH.

Результаты исследований по технологической схеме «исходная вода → анионит → катионит» представлены в таблице 4.

Обобщая результаты исследований по данной схеме, видно, что качество воды значительно улучшается. Содержание железа

в воде снижается до 0,1 мг/л и ниже. Эта технология предусматривает включение в технологическую схему анионитовых фильтров и регенерационного хозяйства с NaOH. Дополнительных фильтров устанавливать не требуется, поскольку могут быть использованы фильтры, установленные в цехе химводоочистки.

Технологический процесс ионообменной очистки на анионитовых фильтрах рекомендуется осуществлять по одноступенчатой схеме с учетом рекомендованных СНиП /4/ расчетных параметров водообработки.

Таким образом, нами установлено, что качество воды р. Мухавец, а также очищенной на сооружениях электролампового завода и ОАО „БЧК” не соответствует требованиям производства.

Выполненные в лабораториях кафедры инженерной экологии и химии БГТУ исследования показали, что качество воды можно улучшить до требуемых производством условий путем ее обработки окислителем $KMnO_4$ или фильтрованием через анионитовые фильтры.

Литература

1. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод.-К.: Высшая школа, 1986.
2. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. (отв. Редактор Строкач П.П.) К.: Наукова думка, 1991.
3. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978.
4. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения.-М.: Стройиздат, 1985.

Пойта Л.Л.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация: Рассмотрены некоторые способы усовершенствования

Пойта Людмила Лаврентьевна. Доцент. Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.

Химия и биология в сельском хозяйстве

ния работы биологических фильтров для очистки сточных вод, за счет улучшения аэрации загрузки, а также в стомах растений. **Ключевые слова:** Водоем, загрязнение, сточные воды, биофильтры, орошение, воздухообмен.

Охрана водных ресурсов, их сохранение и рациональное использование — важнейшая мировая проблема, которая все больше осложняется в связи с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства. Сбрасываемые в водоемы неочищенные или плохо очищенные сточные воды наносят водным ресурсам непоправимый ущерб. Основными мерами охраны вод от загрязнения являются: сброс в водоемы высокоочищенных сточных вод, применение оборотных и бессточных систем водоснабжения и использование отработанных вод в целях сельскохозяйственного орошения. Степень очистки сточных вод определяется эффективностью работы очистной станции. В практике очистки городских сточных вод широкое распространение получил биохимический метод. Одним из основных сооружений этого метода являются биофильтры. Биофильтры очищают сточную воду в процессе ее фильтрации через загрузку. Аэробные микроорганизмы образуют на поверхности зерен загрузки биологическую пленку, которая сорбирует из сточной воды загрязняющие ее вещества, служащие пищей для микроорганизмов. Эффект очистки зависит от интенсивности жизненных функций микроорганизмов и, в первую очередь, от процессов питания и дыхания, которые должны происходить непрерывно и параллельно. Как показал опыт эксплуатации биофильтров, высокий эффект очистки не проявляется из-за ограниченности объема межзерновых пустот в загрузке, которые служат путями движения как воды, так и воздуха. Очищаемая вода разбрызгивается на поверхности загрузки с интервалом между орошениями 5-8 мин. В перерывах между орошениями происходит подача воздуха, движущегося через незанятые водой поры, снизу вверх. Аэрация способствует

поддержанию дыхательных функций, при осуществлении которых происходят газообмен (поглощение микроорганизмами кислорода, используемого в биоокислении) и выделение продуктов окисления. Одновременно с подачей кислорода к микроорганизмам должен осуществляться отвод вредной углекислоты и инертного азота.

В сточных водах, подаваемых сверху, концентрация загрязнений в процессе движения сверху вниз уменьшается, а в воздухе, поднимающемся по загрузке снизу вверх в том же направлении, концентрация кислорода уменьшается. Это несоответствие вызывает снижение интенсивности процессов жизнедеятельности микроорганизмов биопленки и является причиной ухудшения очистки. Довольно часто по этой причине происходит заиливание верхних слоев загрузки и возникновение анаэробных процессов (особенно при недостаточной крупности зерен загрузки, когда поровое пространство зарастает биопленкой и загрязнениями в такой степени, что движение через поры воды и воздуха ослабевает, а иногда и прекращается; последнее приводит к отмиранию аэробной биопленки и прекращению очистки воды).

Для ускорения процессов газообмена в загрузке и выравнивания интенсивности газовой диффузии в различных частях загрузки можно разместить равномерно в объеме загрузки перфорированные трубки диаметром 50-75 мм под углом 60-75° к горизонту. Расстояние между трубками — 600-1000 мм; процент перфорации — 3-10%. Верхний конец трубки заглушен, а нижний открытый конец выходит через перфорированное днище в междудонное пространство. Наклон перфорированных трубок исключает возможность «проскока» через них неочищенных сточных вод. Заглушки в верхнем конце преграждают воздуху выход наружу минуя загрузку.

Наличие в загрузке перфорированных трубок, пронизывающих ее по всей высоте, позволяет обеспечить в пустотах трубок ускоренную компенсацию дефицита газов, в частности, подачу

кислорода воздуха к биологической пленке и отвод от нее продуктов биоокисления.

Улучшение аэродинамических условий движения воздуха в загрузке биофильтра, которое достигается за счет применения перфорированных трубок, дает возможность повысить в 1.5-2 раза окислительную мощность биофильтра и его производительность.

Благодаря изменившимся условиям аэрации в загрузке (особенно в верхних слоях) и увеличению фактической общей пористости загрузки повышается степень защиты ее от заиления даже при повышенных концентрациях БПК и взвешенных веществ.

Повысить проникновение надлежащего количества воздуха в загрузочный материал можно также добившись определенной периодичности орошений поверхности биофильтра.

Вопросы распределения сточной жидкости по поверхности биофильтра, цикличности орошения в настоящее время изучены недостаточно. Известно, что повышение количества (дозы) поступающей сточной жидкости увеличивает скорость фильтрации и тем самым уменьшает время прохождения жидкости через загрузочный материал, что вызывает сокращение времени контакта сточной жидкости с загрузочным материалом и приводит к ухудшению процесса биохимического окисления: происходит заиление фильтрующего материала, ухудшаются условия вентиляции биофильтра. Отсюда напрашивается вывод, что уменьшение дозы поступающей на поверхность биофильтра жидкости и увеличение времени между двумя последовательными орошениями, ведут к повышению эффекта очистки. Однако, увеличение межполивного промежутка времени вызывает увеличение стоимости сооружения и может неблагоприятно отразиться на процессе биологической очистки, так как биопленка не получает вовремя необходимое питание. Кроме того, нужны определенные скорости

фльтрации, обеспечивающие вымывание из тела фильтра ила. А их можно получить лишь на основании определения оптимальной единовременной нагрузки на поверхность фильтра.

Выявление оптимальных частот сливов позволит интенсифицировать процесс биохимической очистки сточных вод, что приведет к снижению эксплуатационных затрат по этим сооружениям и даст высокий экономический эффект.

Для изучения аэрационных характеристик биофильтров были выполнены лабораторные экспериментальные исследования. Исследования выполнялись для биофильтров различной высоты ($H_{\text{загрузки}} = 1 \text{ м; } 1,5 \text{ м; } 2 \text{ м; } 2,5 \text{ м}$) и при различных гидравлических нагрузках ($q = 10 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{сут; } q = 20 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{сут; } q = 30 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{сут}$), на чистой воде при отсутствии биопленки на загрузке. В качестве загрузки использовался керамзит с диаметром фракции 1,5...3,5 см. Поступающая на биофильтр вода обескислороживалась сульфитом натрия с добавлением в качестве катализатора хлористого кобальта. Содержание растворенного кислорода измерялось с помощью прибора кислородомера КЛ-115. По ходу выполнялись также контрольные измерения по методу Винклера по стандартной методике.

Исследования проводились для двух режимов орошения: циклического и непрерывного. Циклическое орошение осуществлялось с помощью оросителя (типа «шахтный водослив» [1]).

Непрерывное орошение осуществлялось через душевую сетку.

В результате исследований кислородного режима биофильтров при различных режимах орошения получены данные (см. табл.).

Полученные данные характеризуются высоким процентом насыщения воды кислородом. Высота загрузки более 2,5 м уже не оказывает существенного влияния на степень насыщения.

Экспериментальные данные аэрационных характеристик биофильтров

N опыта	Режим орошения	Процент насыщения кислородом при высоте биофильтра Н, м				Температура, °С
		1	1.5	2	2.5	
1	Циклический из оросителя типа "шахтный водослив", при $q=10 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	28.08	56.68	74.47	78.28	16.2
2	то же при $q=20 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	27.18	55.47	73.40	71.61	16.2
3	то же при $q=30 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	27.13	55.09	64.16	68.89	16.5
4	Непрерывный при $q=10 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	28.12	54.39	73.40	71.06	16
5	то же при $q=20 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	28.06	46.69	65.41	67.12	16.2
6	то же при $q=30 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$	28.02	39.33	64.02	65.83	16.5

Литература

1. А. с. 1640921 СССР, Струйный аэрагор / Л.Л. Пойта, Н.В. Васин, Е.И. Дмухайло и др. (СССР). — № 4701126; заявлено 25.04.89; зарег. 8.12.90.

Строкач П.П., Халецкий В.А., Батрак И.В., Гутерсон И.А.

УДАЛЕНИЕ ИОНОВ ЦИНКА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД БРЕСТСКОГО ЗАВОДА ГАЗОВОЙ АППАРАТУРЫ

Аннотация: В статье представлены данные по использованию метода обработки фосфатами на очистных сооружениях СП ОАО Брестгазоаппарат.

Строкач Петр Павлович. Профессор, кандидат технических наук, член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ.

Халецкий Виталий Анатольевич. Старший преподаватель. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Батрак Игорь Васильевич. Начальник очистных сооружений СП ОАО «Брестгазоаппарат».

Гутерсон Ирина Андреевна. Лаборант химического анализа отдела главного энергетика СП ОАО «Брестгазоаппарат».

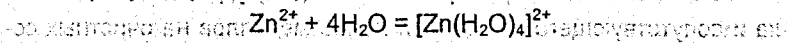
Ключевые слова: Фосфаты, сточные воды, гальваническое производство, коагуляция, цинк, медь, железо, никель

Загрязнение водного бассейна ионами тяжелых металлов является сегодня одной из важнейших экологических проблем. Ионы металлов попадают в природные воды из необорудованных свалок бытовых отходов. В значительных количествах поставляют в окружающую среду ионы хрома, меди, никеля, олова, ртути сельское хозяйство (примеси в составе удобрений) и лесное хозяйство (средства защиты растений). Однако наибольший вклад вносит промышленность, и прежде всего, производства связанные с переработкой металлов. Попавшие в воду соединения тяжелых металлов сравнительно быстро распространяются по большому объему. Частично они выпадают в осадок в виде карбонатов, сульфатов, фосфатов или сульфидов, частично адсорбируются на минеральных или органических осадках. Поэтому содержание тяжелых металлов в донных отложениях постоянно растет и может превышать их содержание в воде более чем в 10000 раз. Токсичность ионов металлов обусловлена их высокой биохимической активностью. Так ионы никеля способны вызывать злокачественные новообразования, заболевания органов дыхания. Растворимые соли цинка раздражают слизистые оболочки, приводят к заболеваниям органов пищеварения. Особую опасность представляют соединения хрома (VI), обладающие местным и общетоксическим действием и способные к аккумуляции в организмах млекопитающих и человека. Поэтому разработка эффективных технологий удаления ионов металлов из сточных вод промышленных производств приобретает первостепенное значение.

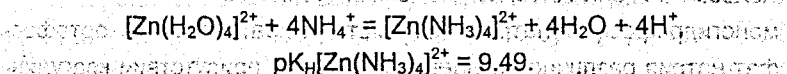
В технологические воды Брестского завода газовой аппаратуры соединения цинка в виде хлорида цинка поступают с линии электролитического цинкования со стадии холодной промывки. Одновременно при этом в технологические воды помимо хлорида

цинка попадает также хлорид аммония в молярном соотношении 1:15 - 1:20.

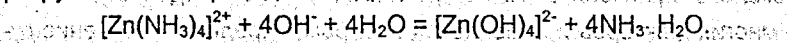
В нейтральной среде в отсутствие посторонних ионов ионы цинка присутствуют в форме аквакомплексов:



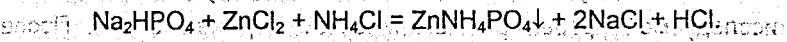
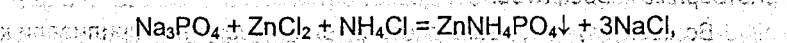
В присутствие ионов аммония происходит разрушение аквакомплексов и переход ионов цинка в более устойчивые аминокомплексы:



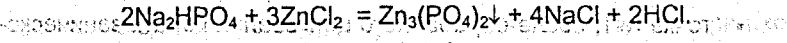
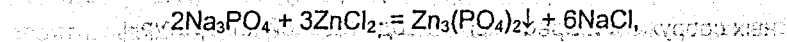
В щелочной среде аминокомплексы цинка необратимо разрушаются и переходят в гидроксокомплексы:



Одним из методов удаления ионов цинка из состава сточных вод является их обработка растворимыми фосфатами. Для перевода Zn^{2+} в осадок при наличии в технологических водах ионов аммония используется ортофосфат или моногидрофосфат натрия, позволяющий увлекать в осадок не только ионы цинка, но и часть ионов аммония:



В отсутствие ионов аммония, ионы цинка также осаждаются под воздействием Na_3PO_4 и Na_2HPO_4 с образованием малорастворимого фосфата цинка:



Осаждение цинка в виде фосфатов происходит из аква-, амино-, гидроксокомплексов.

Обработка ортофосфатом или моногидрофосфатом натрия технологических вод позволяет осадить в виде осадка не только ионы цинка, но и ионы большинства других металлов. Так, в виде фосфатов удаляются из воды ионы железа, меди, хрома (III), ни-

келя, кобальта и др. Фосфаты имеют очень малую растворимость в воде, например, $r_{\text{PP}}(\text{FePO}_4) = 21.89$; нерастворимы в кислотах и щелочах, и поэтому могут быть легко удалены в виде осадка [1;2]:

Авторы статьи апробировали методику удаления ионов цинка и сопутствующего осаднения ионов металлов на очистных сооружениях Брестского завода газовой аппаратуры.

В качестве реагента-осадителя для удаления ионов цинка, железа и никеля из технологических сточных вод были испытаны моногидрофосфат натрия, гексаметафосфат натрия и ортофосфат натрия различной концентрации, как в присутствии коагулянта, так и без него. В связи с тем, что концентрация ионов цинка, железа и никеля в технологических сточных водах зависит от многих факторов и изменяется в широких пределах в течение суток предлагается использовать постоянные нормы расхода реагента-осадителя и коагулянта с небольшим избытком, относительно стехиометрического количества. Вносимый избыток фосфат ионов взаимодействует с ионами кальция и магния, постоянно присутствующими в технологической воде с образованием нерастворимых фосфатов.

Во всех случаях реагент осадитель и коагулянт приливали к исследуемой пробе при механическом перемешивании. После выпадения осадка раствор фильтровали и фильтрат анализировали на присутствие ионов металлов.

Анализ технологических вод проводился в 7 точках очистных сооружений Брестского завода газовой аппаратуры:

- точка №1, после барабанного цинкования из гальванического цеха (этап холодной промывки);
- точка №2, после подвесного цинкования из гальванического цеха (этап холодной промывки);
- точка №3, из резервуара объемом 5 м^3 , где собираются сточные воды гальванического цеха;

- точка №4, из резервуара объемом 500м³, где собираются сточные воды со всего завода;
- точка №5, после очистных сооружений со включенными сепараторами;
- точка №6, после очистных сооружений с выключенными сепараторами;
- точка №7, после фильтра с адсорбентом.

Определение ионов цинка проводилось стандартным фотоколориметрическим методом по реакции с сульфарсазеном; определение ионов железа проводилось стандартным фотоколориметрическим методом по реакции с винной кислотой; определение ионов цинка проводилось стандартным фотоколориметрическим методом по реакции с диметилглиоксимом; определение ионов хрома проводилось стандартным фотоколориметрическим методом по реакции с дифенилкарбазида. Цветность и содержание взвешенных частиц также определялось фотоколориметрическим методом. Общая жесткость воды определялась комплексонометрическим титрованием исследуемой пробы раствором трилона Б. Удельная электропроводность исследуемого раствора определялась с помощью измерителя проводимости Aqua-Lytic - CD22. Концентрация нефтепродуктов в воде определялась флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флуорат-02".

Проведенные исследования показали, что использование в качестве реагента осадителя гексаметафосфата натрия не приводит к заметному образованию осадка, и не снижает концентрации ионов цинка в растворе. Кроме того, полифосфат натрия хорошо растворяется в воде только при высокой температуре и интенсивном механическом перемешивании; что значительно затрудняет его использование. Использование в качестве реагента осадителя моногидрофосфата натрия показало его эффективность для снижения общей концентрации ионов металлов в растворе. Однако, снижение

концентрации ионов цинка происходит только после прибавления значительного избытка реагента и то в незначительных пределах. Так, прибавление к 100 мл технологической воды с содержанием цинка 136,0 мг/л 20 мл 5% раствора Na_2HPO_4 снижает концентрацию ионов цинка до 64 мг/л, а прибавление 40 мл раствора осадителя - до 46 мг/л. Использование более высоких концентраций реагента (10%) не вызывает значительного повышения эффективности осаждения.

Из всех исследованных осадителей наиболее результативным показал себя ортофосфат натрия. Его использование без вспомогательных веществ приводит к значительному (свыше 90%) осаждению цинка в области высоких концентраций (более 40 мг/л) при обработке 100 мл технологических вод 1 мл реагента. Причем снижение концентрации реагента с 10% до 5% не приводит к большому уменьшению его эффективности. В области же малых концентраций цинка в сточных водах (менее 2 мг/л) при обработке Na_3PO_4 образуются коллоидные растворы фосфатов, проходящие через фильтры и уменьшение содержания цинка не наблюдается.

Таблица 1.

Концентрация ионов цинка в ваннах холодной промывки до и после реагентной обработки 5% Na_3PO_4 и коагулянтom, мг/л.

Исходная вода	Барабанное цинкование, точка №1	Подвесное цинкование, точка №2
21,0	0,825 (-96,1%)	0,825 (-98,1%)

Для разрушения коллоидных растворов фосфатов к исследуемой технологической сточной воде помимо 5% раствора Na_3PO_4 (1мл на 100мл сточной воды) приливали коагулянт 1% раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (1мл на 100мл сточной воды). В этом случае в растворе быстро формируется аморфный хлопьевидный осадок желтовато-коричневого цвета и происходит быстрое осветление раствора. Проведенное исследование показало значительное снижение концентрации ионов цинка (до 98%), железа (до 88%),

никеля (до пределов обнаружения) образцах сточных вод (табл. 1, 2).

Таблица 2.

Концентрация ионов металлов в технологических водах до и после реагентной обработки 5% Na_3PO_4 и коагулянтом, мг/л.

Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 5м ³ , точка №3	Вода, обработанная 5% Na_3PO_4 и коагулянтом
Концентрация Zn^{2+} , мг/л	17.5	0.50 (-97.1%)
Концентрация Ni^{2+} , мг/л	0.63	0.055 (-82.5%)
Концентрация Fe^{2+} и Fe^{3+} , мг/л	0.42	0.05 (-88.1%)
Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 500м ³ , точка №4	Вода, обработанная 5% Na_3PO_4 и коагулянтом
Концентрация Zn^{2+} , мг/л	3.75	0.69 (-81.6%)
Концентрация Ni^{2+} , мг/л	0.22	не регистрируется
Концентрация Fe^{2+} и Fe^{3+} , мг/л	2.84	0.75 (-74.0%)
Концентрация Cr(VI) , мг/л	8.0	5.1 (-36.2%)

Таблица 3.

Основные показатели технологической воды до и после реагентной обработки Na_3PO_4 и коагулянтом, пропущенной через слой алюмосиликатного адсорбента.

Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 500м ³ , точка №4	Вода, обработанная 3% Na_3PO_4 и коагулянтом, после адсорбента	Вода, обработанная 5% Na_3PO_4 и коагулянтом, после адсорбента
Концентрация Zn^{2+} , мг/л	0.088	0.064 (-27%)	не регистрируется
Концентрация Ni^{2+} , мг/л	0.080	не регистрируется	не регистрируется
Концентрация Fe^{2+} и Fe^{3+} , мг/л	3.60	0.30 (-91.6%)	0.27 (-92.5%)
Концентрация нефтепродуктов, мг/л	7.83	0.828	1.04
РН	8.86	10.88	10.71
Цветность, ° (град)	69.65	25.53	25.53

Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 500м ³ , точка №4	Вода, обработанная 3% Na ₃ PO ₄ и коагулянтном, после адсорбента	Вода, обработанная 5% Na ₃ PO ₄ и коагулянтном, после адсорбента
Содержание взвешенных веществ, мг/л	157.89	Не регистрируются	не регистрируются
Общая жесткость, мг-экв/л	3.6	1.4	1.0
Удельное электрическое сопротивление, мСм	0.664	0.475	0.535

Для полного моделирования процессов очистки был проведен эксперимент, заключающийся в пропускании сточной воды из резервуара объемом 500м³, обработанной соответственно 3% (0.5- и 1мл на 100мл воды) и 5% растворами Na₃PO₄ (1мл на 100мл воды) и коагулянтном 1% раствором Al₂(SO₄)₃ (0.2 и 0.5мл на 100мл воды) через слой алюмосиликатного адсорбента при норме загрузки 1л на 1кг. После такой обработки воды наблюдается значительное улучшение практически всех параметров. Уменьшается содержание ионов металлов (причем осаждение ионов цинка и никеля происходит как из области малых концентраций, меньших 0.1 мг/л, так из области больших концентраций), кроме того, значительно уменьшается жесткость воды (табл. 3, 4).

Таблица 4

Основные показатели технологической воды до и после реагентной обработки Na₃PO₄ и коагулянтном, пропущенной через слой алюмосиликатного адсорбента.

Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 500м ³ , точка №4	Вода, обработанная 3% Na ₃ PO ₄ (10л на 1м ³) и коагулянтном (5л на 1м ³), после адсорбента	Вода, обработанная 3% Na ₃ PO ₄ (5л на 1м ³) и коагулянтном (2л на 1м ³), после адсорбента
Концентрация Zn ²⁺ , мг/л	150	0.16 (-99.9%)	0.187 (-99.9%)
Концентрация Ni ²⁺ , мг/л	35.8	0.28 (-99.2%)	0.516 (-98.6%)

Показатель	Исходная вода из резервуара объемом 500м ³ , точка №4	Вода, обработанная 3% Na ₃ PO ₄ (10л на 1м ³) и коагулянтом (5л на 1м ³), после адсорбента	Вода, обработанная 3% Na ₃ PO ₄ (5л на 1м ³) и коагулянтом (2л на 1м ³), после адсорбента
Концентрация Fe ²⁺ и Fe ³⁺ , мг/л	15.0	не регистрируются	0.09 (-99.4%)
Концентрация нефтепродуктов, мг/л	44.3	27.3	27.6
pH	7.64	9.99	9.52
Цветность, ° (град)	57.88	34.35	37.29
Содержание взвешенных веществ, мг/л	1454	не регистрируются	не регистрируются
Общая жесткость, мг-экв/л	31.0	10.5	15.2
Удельное электрическое сопротивление, мСм	8.56	3.51	4.55

Таким образом для повышения эффективности работы очистных сооружений по результатам исследований, проведенных авторами статьи, рекомендуется проводить обработку сточных вод после стадии холодной промывки в гальваническом цеху раствором фосфата натрия в присутствии коагулянта раствора сульфата алюминия, что позволяет удалить до 95% содержащегося в них цинка, железа, никеля.

Литература

1. Строкач П.П., Словарь терминов по химии и технологии воды, Брест: БрПИ, 1997, 228с.
2. Справочник химика. Под ред. Грива З.И., т.3, Л.: Химия, 1967, 1003с.
3. Унифицированные методы анализа вод. Под ред. Лурье Ю.Ю. М.: Химия, 1973, 376с.
4. Лурье Ю.Ю., Аналитическая химия промышленных сточных вод, М.: Химия, 1984, 448с.

5. Справочник химика-аналитика. М.: Металлургия, 1976, 184с.
6. Лурье Ю.Ю., Справочник по аналитической химии, М.: Химия, 1979, 480с.
7. Справочник химика: Под ред. Грива З.И. т.5., Л.: Химия, 1967, 920с.
8. Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М., Концентрирование микроэлементов, М.: Химия, 1982 - 288с.
9. Золотов Ю.А., Сизоненко Н.Т., Золотовицкая Э.С. Журнал аналитической химии, 1969, т.24, №1, с.20-25
10. Пилипенко А.Т., Тананайко М.М., Разнолигандные и разнометалльные комплексы и их применение в аналитической химии, М.: Химия, 1983, 224с.
11. Инцеди Я, Применение комплексов в аналитической химии, М.: Мир, 1979, 376с.
12. Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А., Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды, ч.1, Киев: Наукова думка, 1980, 680с.

Черников И.А.

ТОПОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Аннотация: Ведущим загрязнителем окружающей среды являются разнообразные топочные устройства – от двигателей внутреннего сгорания до топок сверхмощных тепловых электростанций.

Доля котельных установок является основной при попадании в атмосферу вредных веществ. Поэтому необходимы исследования с целью уменьшения загрязнения окружающей среды при производстве тепловой энергии.

Ключевые слова: Топки, вредные выбросы, способы предотвращения.

Топочное устройство – это комплекс оборудования для вы-

Черников Игорь Анатольевич. Инженер, 1-й категории, лаборатория ПУЛЬСАР НИС БГУ

сокoeffективного сжигания органического топлива и получения продуктов сгорания требуемого качества.

Современные топочные устройства, являющиеся основой крупных тепловых электростанций и котельных, оказывают большое влияние на окружающую среду, для их работы привлекаются значительные природные ресурсы, их влияние передается на значительные расстояния, отрицательное влияние оказывают также золоотвалы. Газопылевые выбросы загрязняют атмосферу. Продукты сгорания вызывают коррозию оборудования и сооружений.

Существующие способы защиты окружающей среды от вредного воздействия топочных устройств делятся на активные (повышение КПД топков, предварительная переработка топлива, применение замкнутых технологических циклов) и пассивные (улавливание загрязнителей на конечных стадиях использования теплоты продуктов сгорания, разбавление вредных веществ до приемлемых концентраций).

Для топочного процесса с максимальной эффективностью сжигания в продуктах сгорания должны быть только продукты полного окисления — CO_2 , SO_2 , H_2O , при сгорании в воздухе — в продуктах сгорания много азота N_2 . Однако реальные топочные процессы сопровождаются наличием несгоревшего топлива, веществами неполного окисления, промежуточными химическими соединениями, веществами, способными давать вторичные продукты. Именно эти ингредиенты обуславливают отрицательное действие на окружающую среду. Кроме того, трехатомные газы, а в их числе и продукты полного окисления, дают так называемый парниковый эффект.

В топочных устройствах при сжигании топлив, содержащих даже незначительное количество серы, образуются окислы серы, нарушающие фотосинтез, ведущие к образованию сернистого ангидрида (т.к. в продуктах сгорания всегда содержатся пары воды),

имеющего вредное биологическое действие и вызывающего коррозию металла. Имеются технически разработанные способы борьбы с вредным воздействием серы топлива, но все они очень дороги (очистка топлива, топочных газов, щелочные добавки).

Оксиды азота образуются как за счет азотсодержащих компонентов топлива, так и азота воздуха. Оксиды азота ведут к образованию смога, канцерогенных веществ, отравлению растений и животных. Уменьшение концентрации оксидов азота достигается снижением температуры горения, рециркуляцией топочных газов, подачей в факел воды или пара, двухстадийным сжиганием, снижением коэффициента избытка воздуха.

В дымовых газах топочных устройств может содержаться сажа, окись углерода, пятиокись ванадия, бензапирен. Совершенство топочного процесса и оборудования должно снижать эти выделения до минимума.

Так как присутствие во вдыхаемом воздухе различных химических соединений в концентрациях каждого в допустимых пределах в сумме является вредным, то вводится требование [1]:

$$\frac{C_{SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_{NO_2}}{ПДК_{NO_2}} + \dots \leq 1$$

Одним из наиболее совершенных топочных процессов с точки зрения завершения полноты реакций взаимодействия топлива и окислителя является пульсирующее горение [2]. Благодаря резкой акустической интенсификации тепломассообмена в этом случае допустимы режимы с отсутствием недожогов, пониженной температурой горения. Однако установки пульсирующего горения генерируют новый вид (по отношению к обычным топкам) загрязнения окружающей среды – звуковое.

В лаборатории ПУЛЬСАР БГТУ развивается новое направление в организации нестационарных топочных процессов, сохраняющих достоинства пульсирующих потоков и снижающих акустическое воздействие на окружающую среду. Это, в первую очередь, слоевое пульсирующее горение, когда сжигание органи-

зается при меньших уровнях звукового давления, и во-вторых, создание прерывистого потока воздуха, направленного в топку. В последнем случае открыты новые явления, подтверждающие достоинства нового топочного процесса.

Литература

1. Делягин Г.Н. и др. Теплогенерирующие установки. М. Стройиздат, 1986г.
2. Попов В.А., Северянин В.С., Аввакумов А.М. Технологическое пульсационное горение. М. Энергоатомиздат, 1993 г.

ГЛУШКО К.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация: Предложена новая технология очистки подземных вод от загрязнения и устройство для ее реализации, в основу которой положено насыщение грунтовых вод растворенным озоном. Подача озона в грунтовый поток осуществляется путем заполнения фильтрующих скважин озононасыщенным льдом.

Ключевые слова: Животноводческий комплекс, грунтовый поток, хранилище льда, озон, фильтрующие скважины, лед

Концентрация производства, как одна из совершенных форм ее организации, помимо материальных благ всегда способствует загрязнению окружающей среды и в первую очередь грунтовых вод. Это в равной степени относится к любому виду производства: промышленному, сельскохозяйственному и т.д.

Особенностью использования стоков животноводческих комплексов является то, что после осветления и разбавления их чистой водой, их подают на земельные поля орошения (ЗПО). При длительном орошении происходит подъем уровня грунтовых вод под ЗПО и радиальное растекание на прилегаю-

Глушко Константин Александрович. Доцент, кандидат технических наук. Кафедра экономики и организации строительства БГУ.

щие территории. Вода в колодцах приобретает соответствующий запах и вкус.

По этой причине особенно остро стоит эта проблема в системе водоснабжения населения питьевой водой, проживающего в домах индивидуальной застройки в непосредственной близости от крупных животноводческих комплексов и использующих для забора воды шахтные колодцы, захватывающие верхние слои глубинных грунтовых вод.

Одним из вариантов решения данной проблемы является, конечно же, обеспечение централизованного водоснабжения населения. Однако отдаленность населенных мест друг от друга, неблагоприятная экономическая ситуация в хозяйствах, а зачастую и отсутствие благоприятных геологических условий, не позволяют решить данную проблему подобным образом.

На сегодняшний день отсутствуют простые, доступные и недорогие технологии очистки подземных вод от загрязнений подобного рода, которые могли быть использованы силами местных хозяйств.

Автором предлагается способ очистки подземных вод от загрязнения и устройство для его реализации. Первый вариант технического решения (соавторы Валуев В.Е., Волчек А.А.) защищен патентом РБ N1962. //

На рисунке представлено устройство технологической линии по очистке подземных вод от загрязнения, где на рис.1 а изображен ее разрез, а на рис. 1б – план.

Устройство реализации (технологическая линия) способа включает пруд чистой воды 1, водонепроницаемый экран 2, траншею 3, запирающий слой 4, ледовый покров 5, нагнетающую установку 6 (например, компрессор), хранилище льда 7, животноводческий комплекс 8, земледельческие поля орошения 9 с уровнем грунтовых вод 10, фильтрующие скважины 11, место забора воды 12.

Первоначально готовят технологическую линию: в теплый период пруд чистой воды 1 ограждают водонепроницаемым экраном 2, например, из полиэтиленовой пленки. Для этого на расстоянии Δh , определяемом конструктивным запасом в 2-4 метра от уреза воды, отрывают траншею 3 по всему периметру пруда чистой воды. Глубина траншеи определяется по формуле (1).

$$H_{\text{тр}} = \Delta h + h_{\text{пром.ср.}} \quad (1)$$

где Δh - превышение берега над поверхностью воды;
 $h_{\text{пром.ср.}}$ - среднееголетняя глубина промерзания.

В траншею устанавливают экран, например, из полиэтиленовой технической пленки. Пазухи между стенками траншеи и экраном засыпают с послойным увлажнением и уплотнением для исключения пор. Верх экрана не доводят до дневной поверхности на 5-7 см.

В предзимний период готовят основу для формирования запирающего слоя 4 в пределах или несколько шире конструктивного запаса. Для этого верхний слой почвы мощностью 5-7 см. рыхлят, насыщают влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением, например, катками. Это позволяет ликвидировать трещиноватость почвы, ходы землеройных животных. В зимний период почва промерзает и при минимальной отрицательной температуре формируется запирающий слой, являющийся непроницаемым, как и ледовый покров 5 пруда чистой воды 1, для газов, в том числе и озона. Вмерзший в него верх экрана 2, как показывает практика, является герметичным узлом. Таким образом, запирающий слой, лед пруда чистой воды и ограждающий экран образуют емкость озона насыщения, объем которой можно рассчитать по вышеприведенной формуле (1).

На стороне пруда, противоположной расположению животноводческого комплекса 8 (источника загрязнения), готовят хранилище льда 7. Между хранилищем 7 и местом забора 12 располагают фильтрующие скважины 12. Тепло от компрессора 6 можно использовать следующим образом. В зимний период, когда сформировался сплошной ледовый покров в прудах чистой воды 1, достаточный для восприятия минимального избыточного давления, нагнетающей установкой 6, например, компрессором подают озон под ледовый покров 5. Необходимый объем нагнетаемого озона рассчитывают по формуле (2)

$$V_{O_3} = V \beta \quad (2)$$

где β - норматив озона насыщения; 0,75-1,0 мг/л./3; V - емкость озона насыщения, или то же емкость озона насыщения.

Расчетное время подачи озона определяется выбранным режимом работы установки, исходя из известного объема подаваемого озона и производительности установки. Последнюю можно регулировать исходя из складывающихся метеоусловий. Для конкретного выбранного режима время подачи озона можно рассчитать по формуле (3)

$$t = V_{O_3} / P \quad (3)$$

где P - заданная производительность установки.

Озон - газ устремляется вверх и удерживается ледовым покровом постепенно растекаясь по всей подледной поверхности емкости озона насыщения. Одновременно запирающий слой 4, в пределах конструктивного запаса, ограждающий экран 3 препятствуют утечкам озона в атмосферу, аккумулируя его. Таким образом, поданный озон насыщает последовательно слои воды сверху вниз; уменьшает их плотность и по этой причине исключает

конвективный теплообмен с нижележащими слоями сохраняя статическое положение. Достижение проектной нижней границы насыщения можно контролировать расчетным путем. По мере поступления холода слои воды переходят в лед, удерживая растворенный в них озон. Как достоинство следует отметить, исходя из вышесказанного, что подача озона может вестись параллельно нарастанию мощности льда или упреждающим темпом исходя из учета интенсивности нарастания льда. Поэтому нет технологической необходимости увязывать режим подачи озона с температурой воздуха, что имеет место в первоначальном решении. По мере подачи всего объема озона его, достаточно для насыщения толщи воды на величину эквивалентную среднесезонной глубине промерзания, что соответствует отметке выполнения низа экрана.

После того как достигнута проектная или максимальная для данного сезона глубина промерзания, производится заготовка льда и его складирование в хранилищах 7.

На следующем технологическом этапе фильтрующие скважины 11 заполняют заготовками озоненасыщенного льда. Створ фильтрующих скважин выполняют между источником загрязнения и местом забора воды.

Талая вода скважин имеет близкую к нулевой температуре и поэтому озонудерживающая способность ее велика. Грунтовый поток водоносного слоя по всей глубине фильтрующей скважины захватывает талую воду и переносит ее вниз к месту забора 12. По мере перемещения грунтового потока, талая вода фильтрующих скважин перемешивается с грунтовой и принимает ее температуру, что способствует развитию окислительного процесса.

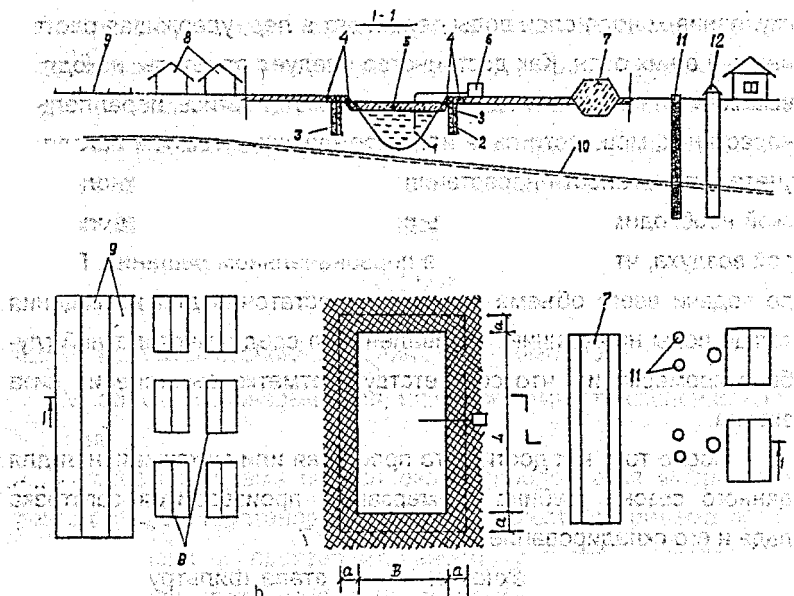


Рис. 1. Технологическая схема реализации способа

Реакция наиболее активно и полно протекает в верхней части водоносного слоя, являющегося местом забора воды на питьевое водоснабжение, так как высвобождающийся, по мере прогрева талой воды озон и из более теплой нижней части переносится в верхнюю, увеличивая свою концентрацию.

Исходя из специфики окислительного процесса, грунтовая вода приобретает нормальное состояние, обеспечивающее ее пригодность для потребления населением. Как видно из вышесказанного, данное техническое предложение обладает предельно низкой энергоемкостью, простое в исполнении и легко реализуемо на практике силами хозяйств и предприятий.

Литература

1. Патент ВУ "Способ очистки подземных вод от загрязнения" С02F1/78, N1962, БИ N4, часть 1, 1997г
2. Калужный И.Л., Павлова К.К. Формирование потерь талого стока Л.: Гидрометеоиздат, 1981- 159с.
3. СНиП 2.04.02.-84 Водоснабжение, наружные сети и сооружения.

Ялковская Т.А.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ – ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время в Брестской области основными методами ликвидации отходов является их захоронение на полигонах и свалках. Мусороперерабатывающих заводов в области на сегодняшний день нет.

В области имеется 28 крупных полигонов и мусоросвалок, на которые поступают отходы от населения, промышленно-бытовой мусор и производственные слаботоксичные отходы (3-го и 4-го классов опасности) от предприятий. Владельцами полигонов являются территориальные производственные жилищно-коммунальные хозяйства, кооперативные предприятия и спецавтохозяйства.

Ялковская Татьяна Александровна. Заместитель председателя Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды

Мощность этих полигонов колеблется от 6 (г.Высокое, Ружаны) до 300 (г.Барановичи) и 500 (г.Брест) тыс.м³ в год. Время эксплуатации колеблется от 20 (для крупных городов) до 40 лет (для малых городов). Общая площадь земель, занятая такими полигонами, составляет 143 га. По статистическим данным на них ежегодно поступает 1,5 миллиона м³ бытовых и производственных отходов.

Белорусским научно-исследовательским центром "Экология" в области, как и во всей республике, проведена инвентаризация существующих крупных полигонов и мусоросвалок твёрдых бытовых отходов. В настоящее время завершается их экологическая паспортизация.

В последние годы благодаря усилиям природоохранных и коммунальных служб на многих из этих полигонов проведены инженерно-геологические изыскания, пробурены наблюдательные скважины и ведутся наблюдения за качеством грунтовых вод (16 полигонов). Контроль за влиянием остальных полигонов на грунтовые воды на сегодняшний день осуществляется путём отбора проб воды из шахтных колодцев близлежащих населённых пунктов.

В области широко практикуется строительство сложных инженерных сооружений – полигонов твёрдых бытовых отходов. Проектирование строительства этих полигонов производится с учётом всех необходимых санитарных норм и экологических требований. Предъявляются особые требования к выбору площадок под полигоны твёрдых бытовых отходов – это состав и строение грунта в основании полигона, физико-механические свойства пород, глубина залегания грунтовых вод, расстояние до источников водоснабжения и т.д. Готовые проекты в обязательном порядке проходят государственную экологическую экспертизу.

За последние годы построены и введены в эксплуатацию новые полигоны твёрдых бытовых отходов для г.г.Барановичи,

Брест, Пружаны, реконструированный полигон для г.Лунинец, соответствующие нормативным требованиям.

В текущем году продолжается строительство полигонов твёрдых бытовых отходов для г.г. Жабинка, Пинск, Каменец, г.п. Ружаны, 2-й очереди полигона твёрдых бытовых отходов для г.Барановичи. На стадии завершения находится строительство полигонов твёрдых бытовых отходов для г.г. Дрогичин и Иваново, мусороперегрузочной станции для г.Брест.

Разрабатывается проектная документация на строительство полигона твёрдых бытовых отходов для г.г.Берёза и Белоозёрск, Давид-Городок и Ольшаны, на строительство биомехзавода по переработке отходов для г.Бреста, сортировочно-перегрузочной станции для г.Пинск.

Природоохранными и санитарными службами запрещено захоронение токсичных отходов 1-го и 2-го классов опасности на всех полигонах и мусоросвалках твёрдых бытовых отходов, а на недостаточно оборудованных – любых опасных отходов. В настоящее время в связи с отсутствием в области и в республике комплекса по переработке и утилизации токсичных отходов, предприятия вынуждены хранить такие отходы на собственных территориях, обеспечивая необходимый уровень безопасности.

Запрещено на свалках захоронение вторичного сырья (макулатуры, металла, стеклобоя и др.). К виновникам в соответствии с действующим законодательством применяются штрафные санкции.

Наряду с выше указанными крупными полигонами и мусоросвалками твёрдых бытовых отходов в области существует ещё более 1000 учтённых мест складирования бытовых отходов общей площадью 540 га для небольших населённых пунктов (посёлков и деревень). Владельцами этих мусоросвалок являются сельские и поселковые исполнительные комитеты или колхозы и совхозы. Природоохранными органами данные мусоросвалки взя-

ты на учёт, периодически проводятся проверки их эксплуатации и санитарного состояния. Предстоит большая работа по экологической паспортизации этих мусоросвалок.

Решением облисполкома от 26.07.1999 № 384 утверждена Программа обращения с коммунальными отходами в Брестской области на 1999-2005 годы. Аналогичные программы разработаны и утверждены всеми горрайисполкомами.

Работы по раздельному сбору мусора от населения ведутся в городах Брест, Каменец, Жабинка, Пружаны. Нерешённой на сегодняшний день является проблема сдачи на переработку собранных пластиковых бутылок и нестандартной стеклянной посуды.

Объединениями ЖКХ принимаются меры по увеличению охвата жилых домов сектора индивидуальной застройки плановой регулярной санитарной очисткой. В 2000 году по сравнению с 1999 годом он увеличился на 8% и составил 56% (колеблется от 100% по г.г. Белоозёрск, Брест, Каменец, Пинск до 25% и менее в г.г. Берёза и Иваново).

На предприятиях области проводятся определённые мероприятия, хотя и в незначительных объёмах, по переработке образующихся отходов и уменьшению количества их образования.

Имеются производства по переработке отходов полиэтилена в Черепицу — на Синкевичском заводе «Полимер» Лунинецкого района, Барановичском заводе ЖБК и Ивановской ДСПМК-30. В области работают предприятия по переработке использованных одноразовых шприцов в товары народного потребления (ООО «Белпласт» и ПКФ «Луч» в г. Брест, МП «Пинчанка» в г. Пинск). На Ивацёвической УЖ-15/5 производится переработка опилок в топливные брикеты. На предприятиях г. Барановичи (ПО «Барановичдрев», ЧП «Драуляныя вырабы», СП «Диприз»), ОАО «Лунинецлес» эксплуатируются котлы для сжигания древесных отходов.

Хозяйства Жабинковского, Каменецкого, Брестского районов используют дефекаат Жабинковского (сахарного) завода для раскисления почв.

Исходя из выше изложенного следует, что утилизация отходов — одна из важнейших экологических проблем Брестской области.

Северянин В.С.

НОВЫЕ СПОСОБЫ ОГНЕВОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

Аннотация: Развитие технической цивилизации, улучшение бытовых условий, удовлетворение всесторонних потребностей человека предопределяют, согласно второму закону термодинамики, возрастающее количество отходов. Необходимо совершенствование известных и разработка новых эффективных методов утилизации и, в первую очередь, обезвреживания отходов с целью их последующего использования. Предлагаются вибротермоустановка для обезвреживания пастообразных отходов и топка с вертикальным круговым ворошением с пульсациями для выжигания органических горючих элементов отходов.

Ключевые слова: Горючие отходы, огневое обезвреживание, интенсификация, пульсации

Загрязнения окружающей среды промышленными, бытовыми, сельскохозяйственными отходами возникают как в процессе производственной деятельности, так и при потреблении. Эти отходы изучены достаточно полно. Они делятся на твердые, жидкие, газообразные. Как правило, все они содержат органическую часть. В подтверждение этого можно привести примеры отходов: древесина (опилки, обрезки, стружка, упаковка), бумага (промасленная, картон, парафинированная), текстиль (ветошь, ворс,

Северянин Виталий Степанович: Профессор, доктор технических наук, Кафедра водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения БГТУ. Член-корреспондент Белорусской инженерной Академии.

концы, вата), кожа, шерсть, резина, клеенка, пластмассы, смолы, мясокостные отходы, шламы, флюсы, уличный смет. Средняя влажность отходов 30...40%, зольность 10...70%, теплота сгорания 1000...10000кДж/кг. Количество органических веществ изменяется от 10 до 80%. Содержание элементов: азот 0,7...3%, фосфор 0,4...1%, калий 0,4...0,7%, сера 0,2...1%. Бытовые сточные воды содержат до 60% органики. Кубовые остатки технологических производств могут содержать ядовитые органические вещества. Канализационные стоки содержат биологический субстрат, способный вызвать эпидемии, эпизоотии.

В Республике Беларусь ежегодно образуется большое количество твердых бытовых отходов. В 1998 году их количество составило 23,1 млн тонн, по сравнению с предыдущим годом возросло на 3,6%. В Брестской области их было 203 тыс. тонн. Уровень утилизации этих отходов составляет 16,4%, со временем не растет. Основная часть отходов направляется на полигоны [1].

Основной современный способ борьбы с мусором - это захоронение на полигонах. Однако воздействие этих полигонов на почву и атмосферу таково, что требуется особая техническая очень дорогостоящая изоляция вредных выделений. Кроме того, требуются большие пространства для расположения отходов, предварительная классификация мусора, повторная переработка. Второй путь - выработка компостов из отходов для последующего сельхозиспользования, но для этого нужен определенный состав отходов, особые температурные и химические условия и т.д.

Самый распространенный способ обезвреживания отходов - это термическое обезвреживание или сжигание, использование отходов в качестве топлива для получения тепла. Первый мусоросжигательный завод появился в Англии в 1870 году, затем мусор пытались применять на электростанциях. Мусор - с одной стороны - дешевое топливо, с другой - требует сложного дорогого топочного оборудования с очисткой продуктов сгорания. По этой причине вопрос о строительстве мусоросжигательного завода в

в городе Бресте, рассматриваемый несколько лет назад, полностью сопал.

Известны следующие методы термического обезвреживания отходов:

1. Жидкофазное окисление. Используется окисление органики при давлении 2...28 МПа, температуре 150...350 °С кислородом воздуха. Метод дорогой в конструктивном оформлении и по энергозатратам.

2. Гетерогенный катализ. Связывание газообразных и жидких отходов термокаталитическим окислением. Требует дорогих материалов.

3. Газификация и пиролиз отходов. Нагрев отходов для получения горючих газов и смол. Дорогостоящий метод из-за сложной конструкции и технологии очистки.

4. Огневой метод. Используются следующие устройства:

- а) слоевые топки,
- б) барабанные вращающиеся печи
- в) многоподовые печи
- г) камерные печи
- д) шахтные печи
- е) реакторы с псевдооживленным слоем
- ж) циклонные и комбинированные топки
- з) камеры пульсирующего горения факельного и слоевого типа [2,3].

Лабораторией ПУЛЬСАР и кафедрой ВВТ БГТУ разработана [4] установка для вибротермического обезвреживания пастообразных отходов. Установка включает в себя камеру пульсирующего горения, выдающую горячую газовую струю при температуре 500...1000 °С с пульсациями 20...70 Герц, и плоский горизонтальный диск диаметром 0,7...1,2 м, при этом газовая струя подается под диск. Диск колеблется с амплитудой в центре 0,1...0,5 мм, и происходит интенсификация теплообмена в слое вещества,

расположенного на диске сверху. Обнаружены такие течения, как фонтанирование жидкости на диске. Поэтому прогрев происходит существенно быстрее (в 2...5 раз), чем при неподвижном слое. Важно отметить, что поверхность диска остается чистой, прилипание вещества отсутствует. Предлагаемая установка целесообразна для вибротермической обработки сточных жидкостей, их осадков, пищевых продуктов и отходов, различных пастообразных и сыпучих сред с целью их пастеризации и обезвреживания. Достаточно нагреть отходы до 70...90 °С, чтобы уничтожить в них нежелательные биологические включения. Обычными способами трудно достичь равномерности температуры по всему объему обеззараживаемой среды, что ухудшает качество обработки. Предлагаемая установка позволяет получить продукт более высокого качества.

В лаборатории ПУЛЬСАР исследуются предложенные ею новые способы сжигания низкокачественных малореакционных топлив, каковыми являются мусор, твердые и жидкие бытовые отходы и т.д. Один из таких способов представляет собой [5] топочный процесс с вертикальным круговым ворошением при помощи специальных воздухоохлаждаемых лопастей, при этом подогретый воздух внедряется непосредственно в массу перемешиваемого массива отходов. Этим достигается надежное окисление горючих элементов, выжигается вся органика. Огневое опробование метода подтвердило перспективность его использования для сжигания отходов.

Литература

1. Строкач П.П. и др. Современное состояние и перспективы защиты природной среды западного региона РБ / " Вестник БПИ – водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология", №2, 2000 -с. 73...75
2. Северянин В.С. и др. Топка. А.С. СССР № 1725023, 1991
3. Северянин В.С. и др. Камерная топка. А.С. СССР № 228216, 1968

4. Северянин В.С. и др. Устройство для тепловой обработки суспензий. Патент РБ № 2105, 1998.

5. Черников И.А. Новый способ интенсификации процесса горения // "Вестник БПИ. - водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология", № 2, 2000 – с. 68...70

Буркин А.Н., Смелков В.К., Матвеев К.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ТАФТИНГОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация: Статья посвящена проблеме переработки отходов производства тафтинговых ковровых покрытий. Задача решается путем получения из отходов вторичного термопластичного гранулята, пригодного для переработки методом литья под давлением. Из получаемого гранулята изготавливается оснастка, используемая в производстве на предприятии, где образуются отходы. Тем самым реализован принцип возврата отходов в производственный цикл.

Ключевые слова: Отходы тафтинговых покрытий, переработка смешанных отходов, гранулятор, литье.

Проблема переработки собственных отходов рано или поздно встает перед любым предприятием, использующим для выпуска своей продукции синтетические термопластичные материалы. В том случае, если отходы находятся в чистом виде, задача возврата их в производство решается достаточно легко путем повторного гранулирования и использования получаемого материала по назначению. Гораздо сложнее переработать отходы смешанных термопластичных материалов, как, например, отходы производства тафтинговых ковровых покрытий, образующихся в большом количестве на АО «Витебские ковры». Эти отходы пред-

Буркин Александр Николаевич. Доцент, кандидат технических наук; Кафедра технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета.

ставляют собой обрезную кромку, состоящую из тканой полипропиленовой неокрашенной основы, прошитой полиамидной нитью различной цветовой гаммы. Положение дополнительно осложняется тем, что с изнаночной стороны тафтинги обрабатывают латексной композицией, в которую входят мел и костный клей.

Наиболее распространенная схема утилизации подобных отходов заключалась в их передаче строительным организациям, которые используют ленты для ограждения строительных и ремонтных участков. После завершения работ обрезки утилизируются вместе со строительным мусором, т.е. закапываются и часто даже не на специальном полигоне, а прямо на строительной площадке.

Вместе с тем на предприятии имелась проблема в обеспечении термопластичным материалом, пригодным для литья катушек и бобин, которые используются для намотки нитей в производственных условиях. Поэтому научными сотрудниками ВГТУ, совместно со специалистами предприятия, было решено совместить решение двух задач и попытаться из отходов производства тафтинговых покрытий получить гранулированный термопластичный материал, пригодный к использованию методом литья под давлением.

Сотрудниками ВГТУ был разработан и изготовлен экспериментальный образец шнекового гранулятора, позволяющего осуществить процесс переработки. После проведения экспериментальных исследований по подбору оптимальной технологической схемы и режимов переработки оборудование установлено на предприятии и работает в производственных условиях.

Технологическая схема процесса рециклинга реализуется следующим образом. Обрезки кромки (ширина которой колеблется в пределах 5-20 см) подаются в загрузочный лоток и захватываются витками шнека гранулятора. Перемещаясь внутри обогреваемого корпуса, ленточные отходы претерпевают интенсивные тепловые и сдвиговые нагрузки. В результате диспергации и го-

могенизации, в зависимости от режимов процесса, происходит либо одновременная пластикация термопластичных материалов, либо пластикация одного, более легкоплавкого компонента, с наполнением его диспергированным вторым составляющим. Получаемый композиционный термопластичный материал выдавливается в виде стержня диаметром 6 мм и, по выходе из фильеры, разрезается вращающимися ножами, охлаждаемыми потоками воды, которая и вымывает гранулят в приемный лоток.

После дополнительной сушки, необходимой для удаления остатков влаги, полученный гранулированный термопластичный материал используется для переработки методом литья под давлением на стандартном литьевом оборудовании шнекового и плунжерного типа. Ввиду отсутствия необходимого на предприятии оборудования, изготовлением катушек и бобин занимается фирма специализирующаяся на литье изделий из термопластов. По их отзывам никаких проблем с переработкой они не имеют.

Таким образом, реализация вышеописанной технологической схемы в условиях производства позволяет совместить решение чисто экологической проблемы — переработки отходов, и производственной задачи — обеспечения предприятия необходимыми вспомогательными изделиями. Тем самым в условиях предприятия реализуется принцип возврата не утилизируемых ранее отходов в производственный цикл. А параллельно снижается потребность в приобретении импортного термопластичного материала и улучшается экологическая обстановка города.

Гулевич А.Л.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ВОЗДУХА ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ БГТУ

Воздух не является средой, в которой микроорганизмы раз-

Гулевич Алла Леонидовна. Доцент. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

живаются и их пребывание в нем является временным. В воздухе нет питательных веществ, мало влаги и на микроорганизмы губительно действуют солнечные лучи. Микробы попадают в воздух вместе с пылью или с капельками жидкости (при чихании). Если пыль оседает, то в ней оседают и микроорганизмы. Поэтому микрофлора воздуха закрытых помещений зависит от их санитарного состояния. В атмосферном воздухе наименьшее число бактерий приходится на зиму, а наибольшее — на лето.

Воздух же закрытых помещений всегда богаче микроорганизмами зимой, чем летом, так как человек зимой проводит большую часть времени в помещении. Мельчайшие капельки жидкости могут адсорбировать различные органические вещества, попадающие в воздух и давать, таким образом, возможность микроорганизмам, находящимся в каплях, размножаться. Каждый человек имеет свою микрофлору: на поверхности кожи содержатся в основном кокковые формы (стрептококки, стафилококки, сарцины), могут быть палочковидные бактерии и дрожжевые грибки). В полости рта кроме кокковых форм встречаются крупные палочковидные и нитевидные бактерии, спирохеты, вызывающие кариес зубов. Отдельные виды нормальной микрофлоры — кишечная палочка, стафилококки, стрептококки — получили название условно патогенных.

Микроорганизмы, содержащиеся в воздушной среде, могут явиться причиной различных инфекционных заболеваний — гриппа, кори, скарлатины и т.д.

Микробиологический анализ воздуха закрытых помещений проводят методом седиментации, предложенный Р. Кохом. Он основывается на оседании бактериальных частиц под действием силы тяжести на поверхность агаровой пластинки в открытой чашке Петри.

Данный метод имеет недостатки, но благодаря своей простоте широко применяется в практике. Полученные данные по

этим методом позволяют ориентировочно судить о степени загрязненности воздуха и о качественном составе микрофлоры. При микробиологическом анализе воздуха в стерильные чашки Петри вливали по 20мл расплавленного питательного агара. Чашку закрывали и равномерно распределяли среду по всему дну. После застывания ее, чашки заворачивали в стерильную бумагу, переносили в помещение, в котором исследуется воздух, открывали крышки на 5; 10 минут. Затем закрывали и помещали в термостат для проращивания в течении недели при температуре 20-25° С. После выдержки в термостате, подсчитывали выросшие в чашках Петри колонии. Количество их характеризовало загрязненность воздуха микроорганизмами. Подсчет колоний проводили невооруженным глазом или при помощи лупы.

Результаты подсчета микроорганизмов в 1м³ воздуха занесены в таблицу 1. Микробиологический анализ воздуха был проведен в помещениях главного корпуса БГТУ, время исследований — ноябрь-декабрь 2000 г.

Таблица 1.

Содержание микроорганизмов в воздухе исследуемых помещений

№ п/п	Место отбора проб воздуха	Содержание микробных тел в 1м ³ воздуха
1.	Коридоры главного корпуса БГТУ:	
	1-ый этаж	42 000 – 48 000
	2-ой этаж	22 000 – 35 000
	3-ий этаж	80 000 – 120 000
	4-ый этаж	72 000 – 130 000
2.	5-ый этаж	100 000 – 120 000
	Спортзал	175 000 – 200 000
3.	Переход между 1-ым и 2-ым корпусами	8 000 – 15 000
4.	Учебная аудитория 429 кафедры ИЭиХ	28 000 – 35 000

Чтобы иметь более четкое представление о микрофлоре воздуха, дана общая характеристика выросших колоний (это форма колоний, их цвет, вид поверхности, запах из чашки Петри и др.).

Среди выросших колоний обнаружены пять типов: S, R, m, G и D. Преобладал R-тип колоний: неправильной формы, складчатые, непрозрачные, с зазубренными краями, шероховатой поверхностью. Редко встречались S-тип: поверхность гладкая, края ровные; округлой формы и G-тип колоний: на поверхности материнской колонии были узелки дочерних карликовых колоний. Многие колонии имели слизистую вязкую консистенцию (m-тип). Колонии имели окраску: зеленую; черную; лимонную; розовую; желтую. Края колоний в основном неровные, поверхность складчатая, консистенция вязкая (редко встречались и пушистые, состоящие из гифов гриба). Колонии в основном мелкие. Запах из чашек Петри гнилостный.

При микроскопировании установлены палочковидная, кокковидная, извитая и нитчатая формы клеток. Обнаружены овальные и лимонovidные клетки дрожжей, нити плесневых грибов. Среди кокков – монококки, диплококки, сарцины, стрептококки и стафилококки. Среди палочковидных – монобациллы, диплобациллы.

Таким образом, при микробиологическом анализе исследуемого воздуха обнаружены спорообразующие палочковидные бактерии (бациллы), пигментирующие бактерии (сарцины), дрожжи, плесневые грибы. Содержание микроорганизмов значительно и составляет от 8 до 200 тыс. микробных тел в 1 м³ воздуха.

Басов С.В.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ФОТОБИЗНЕСА

Аннотация: Рассмотрены вопросы организации современного частного фотографического бизнеса, связанные с утилизацией отработанных химико-фотографических растворов.

Ключевые слова: Минифотолaborатория, химико-фотографическая обработка, сточные воды кинофотопредприя-

Басов Сергей Владимирович. Доцент, кандидат технических наук. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Успех фотобизнеса зависит от многих факторов, но главным из них является качество пленки и оборудования. Последнее десятилетие XX века помимо всего прочего ознаменовалось массовым переходом фотолюбителей и профессиональных фотографов от самостоятельной обработки пленок и печати фотографий к услугам специализированных фотоцентров и минилабораторий.

Минифотолaborатории по обработке пленки и печати фотографий сегодня можно найти едва ли не в каждом городе. Рентабельность фотобизнеса, по данным ведущей российской компании в этой сфере АО «Сивма», очень высока. В некоторых регионах России она достигает до 400% в месяц, а в среднем составляет примерно 200% от вложенной суммы, даже с учетом того, что различные налоги и выплаты государству могут достигать до 60% от получаемой прибыли. Поэтому не удивительно, что в крупных областных и районных центрах количество минифотолaborаторий нередко превышает не один десяток.

Однако далеко не всегда они являются официальными дилерами, ведущих иностранных фотофирм (Kodak, Fuji, Agfa, Konica и др.) или их отечественных партнеров, как это написано на пестрых рекламных проспектах. Чтобы открыть подобное предприятие сегодня уже нет необходимости получать лицензию у иностранных компаний, как это было несколько лет тому назад. Достаточно лишь получить разрешение на право занятия подобным бизнесом, арендовать помещение, приобрести оборудование и нанять двух-трех сотрудников. По этой причине во многих подобных фотопредприятиях иногда сильно экономят на оборудовании - вместо качественной и новой минилаборатории покупают устаревшие и практически выработавшие свой ресурс модели (самая дешевая машина 8-10 летней давности после капитального ремонта стоит сегодня 3000-5000 долларов). Концентраты реактивов для химико-

фотографической обработки и фотобумага также зачастую покупаются не у официальных дилеров, а там, где подешевле, иными словами, далеко не самого лучшего качества. Еще хуже обстоит дело со специальными фильтрами для водоочистки, системами кондиционирования воздуха, утилизации и регенерации отработанных растворов: их вообще приобретают крайне редко. В большинстве случаев отработанные проявляющие, отбеливающие-фиксирующие и др. растворы просто сливают в системы городской канализации и далее во внутренние водоемы и в реки, без всякой предварительной обработки и очистки. В итоге, кроме производства фотоснимков далеко не самого высокого качества, подобные фирмы могут оказывать определенное отрицательное влияние на экологическую обстановку в данном регионе. Сточные воды фотопредприятий очень сложны по своему составу. В них содержится до 90 различных химических соединений и продуктов их взаимодействия. По токсичности, биологической активности и действию на состояние водоема химикаты, используемые данной отраслью, далеко не однородны. Среди них значительная часть является токсичными и вредными веществами, имеющими низкие значения предельно допустимых концентраций (ПДК), биогенные соединения, а также восстановители различной силы, потребляющие при окислении растворенный в воде кислород и нарушающие тем самым кислородный режим водоема, что пагубно сказывается на его флоре и фауне. В таблице 1 приведены ПДК в промышленном стоке некоторых основных веществ, которые содержатся в отработанных растворах после химико-фотографической обработки современных кинофотоматериалов (согласно данным [1,2]).

Таблица 1

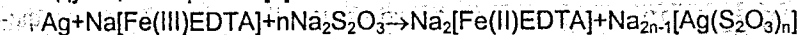
ПДК в сточных водах фотолабораторий основных веществ и химических соединений, применяемых при химико-фотографической обработке современных фотоматериалов

Вещества	ПДК, мг/л
цветные проявляющие вещества и их окисленные формы	0,1
гексацианоферрат-ионы	0,2
1-фенил-3-пиразолидон (фенидон)	1,25
калия тиоцианат (роданистый калий)	0,1
бромид-ионы	0,2
сульфит-ионы	16
тиосульфат-ионы	2,5
кислота уксусная	1,2
фосфат-ионы	1,5
аммиак	2
хлорид аммония	2

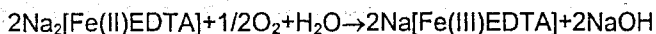
Среди экологических проблем химико-фотографической обработки особое место занимает проблема повторного кругового использования отбеливающих и отбеливающе-фиксирующих растворов для обработки цветных фотопленок и фотобумаг [3].

В настоящее время в качестве отбеливающих и отбеливающе-фиксирующих широко используются системы на основе железной комплексной соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (этилендиаминтетраацетат железа (III), Fe(III)EDTA). Впервые такая система была предложена в Германии еще в 1944 г. В.Шнайдером. С экологической точки зрения использование в качестве окислителя металлического серебра Fe(III)EDTA безусловный шаг вперед по сравнению с повсеместно применявшимися ранее для этой цели гексацианоферратными отбеливающими системами.

Процессы отбеливания (окисления) металлического серебра и фиксирования в отбеливающе-фиксирующих растворах на основе комплексной соли Fe(III)EDTA протекают почти одновременно. При этом суммарное уравнение реакции можно представить следующим образом [4]:



Необходимо заметить, что феррокомплекс, который образуется в процессе отбеливания, спонтанно реагирует с кислородом воздуха и окисляется до феррикомплекса:



Очевидно, что подобный процесс может быть реализован как в специальных устройствах и системах регенерации отбеливающих и отбеливающе-фиксирующих растворов, так и протекать в естественных условиях, например в водоемах, куда поступают сточные воды фотопредприятий.

Как справедливо отмечено в [5], до недавнего времени экологической опасности EDTA и ее солям не придавалось особого значения. Это привело к неконтролируемым сбросам этого соединения в сточные воды. Последние исследования показали, что в присутствии EDTA ионы металлов-микроэлементов, необходимые для нормальной жизнедеятельности живых организмов, связываются в прочные комплексы и не могут быть усвоены. Наличие EDTA в воде в концентрации более чем 0,1 ммоль/л подавляет способность клеток к размножению и приводит к их частичной гибели.

Несмотря на существующие методы по биоразложению значительных количеств комплекса этилендиаминтетраацетата железа (III) при помощи микроорганизмов [6] на сегодняшний день практическая сторона проблемы повторного кругового использования отбеливающих и отбеливающе-фиксирующих фотографических растворов сводится к решению следующих трех задач. Во-первых, к извлечению из подобных отработанных растворов серебросодержащих отходов с последующей регенерацией серебра; во-вторых, решается проблема регенерации и повторного использования самих обрабатывающих растворов. И лишь на третьем месте стоят экологические вопросы.

Поскольку каждый из этих вопросов с экономической точки зрения является затратным и требующим вложения немалых средств, то очевидно, что далеко не во всех частных фотографических фирмах их решение поставлено на должном уровне. Более того, как показано в работе [3], большинство из существующих методов локальной очистки промывных и сточных вод от от-

дельных токсичных компонентов зачастую не решает важнейшей проблемы создания экологически чистой технологии химико-фотографической обработки кинофотоматериалов в целом, так как в большинстве случаев не позволяет повторно использовать в основном технологическом процессе очищенную воду, а иногда даже приводят ко вторичному загрязнению общего стока и к увеличению его общего солесодержания.

Для того чтобы приблизительно оценить экологическую опасность стоков фотолабораторий, не придающих особого значения вопросам охраны окружающей среды, можно проанализировать следующие данные полученные автором. При постоянной работе принт-процессора одной из наиболее распространенных и недорогих моделей минифотолаборатории - Fuji FA Compact II отработанные растворы поступают в 2 специальных бака, емкостью 5л. В первый бак подается отработанный проявляющий раствор, во второй - отбеливающе-фиксирующий раствор и стабилизатор. Первый бак полностью заполняется при печати в среднем 500 фотографий размера 10x15см, второй - при печати около 300 снимков. За смену оператор при средней загрузке печатает более 1000 фотографий. Нетрудно подсчитать сколько за рабочий день сливает в городскую канализацию отработанных растворов лишь одна минилаборатория, при этом не обращая абсолютно никакого внимания на то, что различные типы жидких отходов требуют индивидуального подхода к решению проблемы их утилизации или регенерации. Если также учесть, что в состав исходного отбеливающе-фиксирующего раствора самый «безобидный» с экологической точки зрения компонент - комплекс $Fe(III)EDTA$ входит в количестве от 40 г/л и более (процесс Kodak RA-4 и его аналоги), то можно предположить в каких концентрациях он поступает в окружающую среду вместе с отработанными растворами.

В заключение хотелось бы добавить, что отрицательное влияние на окружающую среду оказывают как и другие компонен-

ты отработанных отбеливающе-фиксирующих систем (аммиак, тиоцианат калия, тиосульфаты и др.), так и вещества входящие в состав проявляющего, стабилизирующего и др. фотографических растворов (CD-3, CD-4 и их окисленные формы, бензиловый спирт, гидросиламин, уксусная кислота и др.). И, конечно, нельзя забывать, что в состав большинства из минифотолабораторий входит еще и процессор по обработке фотопленки, при работе которого также образуются жидкие отходы, сходные по своему составу с рассмотренными выше.

Поскольку по прогнозам ведущих специалистов в области фотографических информационных технологий [7], даже несмотря на значительный прогресс новых цифровых методов получения изображений, традиционная - «химическая» фотография на основе галогенидов серебра будет развиваться даже более быстрыми темпами чем сейчас, станет более простой и доступной, то все это, естественно, приведет к увеличению количества мини-фотолабораторий и фотографических фирм. Если же «экологическая составляющая» развивающегося фотобизнеса на территории стран бывшего СССР будет оставаться на сегодняшнем уровне, и соответствующие экологические службы не будут акцентировать на этой новой проблеме свое внимание, то возможные последствия такого отношения не сложно прогнозировать.

Литература

1. Сенаторов В.Е. Исследование и разработка систем очистки производственных вод после химико-фотографической обработки цветных кинофотоматериалов на основе метода контактной мембранной дистилляции. Автореф. дисс канд. техн. наук СПб, 2000, 20 с.
2. Беспямятников Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. - Л.: Химия, 1985. - 528с.
3. Греков К.Б. Теоретические основы и практические аспекты экологически чистой технологии химико-фотографической

4. Редько А.В. Основы фотографических процессов. СПб.: Издательство «Лань», 1999. - 512 с.
5. Строкач П.П., Халецкий В.А., Яловая Н.П. Отраслевая экология. Методические указания к лабораторным работам. Брест: БГТУ, 2000, 17 с.
6. H.Miyazaki, S.Suzuki, K.Imada. CHARACTERIZATION OF MICROORGANISMS CAPABLE OF DEGRADING (EDTA) FERRATE (III) COMPLEX // Journal of the Society of Photographic Science and Technology of Japan. 1995. V.58, No.6, p.555-559.
7. Шапиро Б.И. Фотография в XXI веке // Журнал научной и прикладной фотографии РАН. 1998, Т.43, N4, с.60-64.

Тур Э.А., Строкач П.П.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ РЕЗОРЦИНФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ ОЛИГОМЕРАМИ

Для защиты бетонных и железобетонных строительных конструкций, подвергающихся воздействию жидких и газообразных агрессивных сред, традиционно применялись организируемые и кремнийорганические запретные полимерные покрытия.

Химическая деструкция, происходящая при контакте полимера с агрессивными средами, представляет собой сложный процесс, включающий диффузию агрессивной среды в полимерное покрытие и последующие реакции, разрушающие химически не-

Тур Элина Аркадьевна. Доцент, кандидат технических наук. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Строкач Петр Павлович. Профессор, кандидат технических наук, член корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Заведующий кафедрой инженерной экологии и химии БГТУ.

стойкие связи. Конечным результатом химической деструкции является снижение покрытием адгезии к подложке и потерей защитных свойств.

В настоящее время значительно усилился контроль за загрязнением окружающей среды. Доля органоразбавляемых материалов значительно уменьшилась. Появилось большое количество новых водно-дисперсионных и водоразбавляемых материалов, которые отличаются экологической полноценностью, не токсичны, не содержат органических растворителей.

За последние годы синтезировано и внедрено в производство большое количество полимеров с разнообразными свойствами. Однако успехи синтеза полимеров не могут удовлетворить все возрастающие требования промышленности. Совмещение полимеров значительно расширяет область применения защитных покрытий. Этот метод не требует сложного специального оборудования и дает возможность получать композиции с необходимым количеством эксплуатационных показателей.

Большое распространение в некоторых отраслях промышленности получили системы на основе совмещения синтетических латексов с водорастворимыми смолами (олигомерами).

В латексно-олигомерных композициях возможно образование химических связей различной природы между молекулами олигомера и частицами латекса, причем в большинстве случаев получают агрегатно-устойчивые композиции.

Водорастворимые резорцинформальдегидные олигомеры широко используются в резино-технической промышленности для модификации синтетических латексов. Их применение оправдано как благодаря их положительному влиянию на эксплуатационные свойства (адгезию, эластичность), так и по экологическим соображениям (резорциновые полимеры нетоксичны, вследствие чего применяются в зубоветеринарной технике и для изготовления пломб).

В этой связи представляло интерес исследовать возможность модификации резорцинформальдегидными олигомерами полимерных систем на латексной основе с целью создания новых, экологически полноценных, защитно-декоративных покрытий для бетонных строительных конструкций цехов с агрессивными условиями эксплуатации.

Основными показателями, которыми должны были обладать проектируемые материалы:

1. Низкое водо- и кислотопоглощение полимерного покрытия. Данное свойство необходимо для ограничения диффузии жидких агрессивных сред к бетонной поверхности.
2. Высокая адгезия полимерного покрытия к бетонной подложке.

В качестве пленкообразующего для полимерных композиций применяли диметил метакриловый латекс ДММА – 65 ГП, с содержанием сухого остатка 39%, а в качестве модифицирующей добавки – резорцинформальдегидную смолу СФ – 282 с содержанием сухого остатка 66%. В качестве отвердителя использовали 37%-й водный раствор формалина, в качестве катализатора – 50%-й водный раствор едкого натра.

Композиции также содержали микротальк в качестве наполнителя, пигмент красный железоксидный и комплекс функциональных добавок (антиоксидант, серу полимерную, азросил, пеногаситель и загуститель – карбоксиметилцеллюлозу). Все сухие составляющие диспергировали в воде в присутствии поверхностно-активного вещества ОП – 7.

Составы защитно-декоративных покрытий приведены в табл. 1.

Таблица 1.
Составы модифицированных композиций.

№ п/п	Содержание компонентов, мас. %	№№ составов			
		1	2	3	4
1	Латекс ДММА – 65 ГП	49	49	47	43
2	Смола СФ – 282	4,2	5,4	7,8	9,0
3	Сухие составляющие (микротальк, пигмент красный ж/о, азросил, сера полимерная)	18,5	18,5	15	15
4	Функциональные добавки (отвердитель, катализатор, пеногаситель, ПАВ, загуститель)	5,3	7,1	10,2	15
5	Вода	23	20	20	18

Исследовали адгезию модифицированных покрытий к бетонной подложке, а также их стойкостью к различным агрессивным средам (10%-му раствору NaOH; 5%-му раствору H₂SO₄), а также водостойкость и бензостойкость согласно известным методикам. Кроме того, были исследованы микроструктуры отвержденных полимерных покрытий.

Согласно проведенным исследованиям разработанные полимерные покрытия являются щелочестойкими в 10%-м растворе NaOH (среда средней степени агрессивности). Растворопоглощение составило 0,30 – 0,95 и 2,2 – 3,04% через 24 часа и через 7 суток соответственно. Помимо этого данные покрытия являются водостойкими и кислотостойкими: кислотопоглощение составило 0,40 – 0,91 и 1,40 – 2,85% через 24 часа и через 7 суток соответственно: водопоглощение составило 1,04 – 1,65 и 2,28 – 3,82% через 24 часа и через 7 суток соответственно. Изменения цвета, слияние признаков разрушения покрытия не обнаружено.

Все исследованные покрытия являются бензостойкими: после нахождения в бензине в течение 7 суток не выявлено изменений цвета и целостности покрытий по сравнению с образцами-эталоном.

Таблица 2.

Определение адгезии к бетонной подложке путем измерения силы отрыва

№№ состава	Усилие (P), затраченное на отрыв пленки, кгс	S, см ²	Адгезия, P/S, кгс/см ²
1	76,0 (отрыв по бетону)	3,93	19,34
2	86,0 (отрыв по бетону)	3,93	21,88
3	90,0 (отрыв по бетону)	3,93	22,90
4	112,0 (отрыв по бетону)	3,93	28,50

Примечание: $S = 3,14 \cdot 1,25^2 = 3,93 \text{ см}^2$

Таблица 3.

Растворопоглащение модифицированных покрытий (10%-й раствор NaOH)

№№ состава	Растворопоглащение, % через		
	24 ч (1 сутки)	72 ч (3 суток)	168ч (7 суток)
1	0,95	2,14	3,04
2	0,66	1,90	2,82
3	0,50	1,65	2,63
4	0,30	1,45	2,20

Таблица 4.

Кислотопоглащение модифицированных покрытий (5%-й раствор H₂SO₄)

№№ состава	Кислотопоглащение, % через		
	24 ч (1 сутки)	72 ч (3 суток)	168ч (7 суток)
1	0,91	1,60	2,85
2	0,80	1,40	2,50
3	0,62	1,20	1,60
4	0,40	1,05	1,40

Таблица 5.

Водопоглащение модифицированных покрытий

№№ состава	Водопоглащение, % через		
	24 ч	72 ч (3 суток)	168ч (7 суток)
1	1,65	2,95	3,82
2	1,43	2,00	2,69
3	1,22	1,72	2,52
4	1,04	1,50	2,28

Таблица 6.

Стойкость модифицированных покрытий к бензину

№№ состава	Внешний вид поверхности покрытия (на бетонной подложке) через		
	24 ч	72 ч (3 суток)	168ч (7 суток)
1	б/и	б/и	б/и
2	б/и	б/и	б/и
3	б/и	б/и	б/и
4	б/и	б/и	б/и

Примечание: «б/и» – поверхность покрытия осталась без изменений по сравнению с образцом-эталоном.

Адгезия всех исследованных покрытий к бетонной подложке достаточно высока: 19,34 – 28,50 кгс/см².

Лучшими показателями обладают модифицированные покрытия, содержащие 9,0 и 7,8 масс.% новолачной резорцинформальдегидной смолы СФ-282.

Отвержденные модифицированные композиции с содержанием резорцинформальдегидной смолы 7,8 и 9,0 масс.% исследовали при помощи известных методов растровой микроскопии на электронном сканирующем микроскопе TESLA BS – 301 с разрешением 70А (7нм). Изучение микроструктур полимерных покрытий показало, что они имеют более упорядоченные структуры, отличные от классических глобулярных. Размер крупных конгломератов составляет около 300нм. Видны характерные объединения глобул в «волокна». Уменьшение дефектности структуры покрытий в процессе пленкообразования происходит за счет изменения морфологии полимерной пленки, т.е. имеет место возникновение химической связи между резорцинформальдегидным олигомером и частицами диметилметакрилового латекса.

Стойкость модифицированных покрытий в средах средней степени агрессивности, а также их экологическая полноценность, позволяет использовать их в качестве внутренней защитно-декоративной отделки бетонных и железобетонных конструкций производственных цехов различных отраслей промышленности.

Литература

1. Ильченко Г.И., Плюсина А.К. Пленкообразователи на основе карбоксилированных акриловых латекс-

сов. // Лакокрасочные материалы и их применение, №2, 1990, с.18-19.

2. Зимон А.Д. Адгезия пленок и покрытий, М., Химия, 1977, 352 с.

3. Моисеев Ю.В., Зайков Г.Е. Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах, М., Химия, 1979, 288 с.

4. Сутарева Л.В., Костовская Е.Н., Каллаус Э.Э. Коллоидно-химическая модификация водных дисперсий полимеров. // Лакокрасочные материалы и их применение, №6, 1986, с. 17-20.

5. Лившиц М.Л. Технический анализ и контроль производства лаков и красок. – М.: Высшая школа, 1980, 216 с.

6. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982, 632 с.

Детскин И.Ф., Тур Э.А., Халецкий В.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННЫЕ ВОДНОДИСПЕРСИОННЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СТИРОЛАКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ.

Аннотация: В статье анализируются преимущества водно-дисперсионных лакокрасочных материалов по сравнению с традиционными органическими. Представлены эксплуатационные характеристики разработанных авторами красок на основе стиролакриловых сополимеров.

Ключевые слова: Лакокрасочные материалы, стиролакриловые дисперсии, водно-дисперсионные краски

В настоящее время лакокрасочная промышленность является одним из неблагоприятных производств с точки зрения за-

Детскин Игорь Феликсович. Заместитель генерального директора ИП «Кондор».

Тур Элина Аркадьевна. Доцент, кандидат технических наук. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

Халецкий Виталий Анатольевич. Старший преподаватель. Кафедра инженерной экологии и химии БГТУ.

грязнений окружающей среды. Источниками локальных загрязнений являются выбросы сточных вод, энергетических установок, газовые выбросы оксидов серы и азота.

В атмосфере промышленных городов обнаружены десятки летучих органических соединений: предельные и непредельные углеводороды, формальдегид, фенол, ацетон, муравьиная кислота и т.д. Загрязнение воздуха сопровождается загрязнением природных вод и почвы. В результате растворения оксидов серы, азота и углерода в атмосферных осадках образуются растворы серной, азотной, угольной, муравьиной кислот, обладающие агрессивным действием по отношению к бетону, металлам, полимерным материалам [1].

Усиление контроля над загрязнением окружающей среды и экологическая обстановка в мире в последние годы внесли свои коррективы в развитие лакокрасочной промышленности. Доля органоразбавляемых материалов значительно уменьшилась, возросла популярность материалов на водной основе.

В строительстве доля применяемых воднодисперсионных лакокрасочных материалов (красок, грунтовок, шпатлевок, клеев, лаков) составляет 70-80 % от общего количества лакокрасочных материалов, причем на первом месте стоит производство и потребление воднодисперсионных красок (ВДК). Основная причина широкого использования ВДК — низкое содержание или полное отсутствие летучих органических растворителей и высокотоксичных соединений. ВДК — негорючи, пожаро- и взрывобезопасны.

Используя современные технологии производства ВДК можно добиться минимальных производственных выбросов за счет замкнутого технологического цикла, например, свести практически к нулю выбросы сточных вод. Кроме того, производство ВДК не требует дорогостоящего очистного оборудования и специальных пылеуловителей. Простота и доступность методов нанесения ВДК не только снижает себестоимость 1 м² лакокрасочного по-

открытия, но и значительно улучшает условия труда при производстве малярных работ: в Беларуси и России в последние годы наметилась тенденция к росту использования в строительстве ВДК. Особой популярностью отличаются ВДК на основе акриловых пленкообразующих. Покрытия на их основе экологически полноценны, пожаробезопасны, обладают наиболее высокими эксплуатационными показателями. Полиакрилаты способны образовывать трехмерные структуры, поэтому лакокрасочные покрытия на их основе отличаются высокой стойкостью к фотоокислительной деструкции, водостойки, эластичны. Кроме того, акриловые ВДК образуют «дышащие» покрытия, проницаемые для водяного пара и диоксида углерода, что способствует правильному влагообмену в строительной конструкции [2, 3].

К фасадным покрытиям, эксплуатируемым в центральной и южной областях Беларуси, предъявляются особенно жесткие требования, так как в отдельные годы за период с октября по апрель переход через 0°C температуры окружающего воздуха происходит до 50 раз.

К влиянию сложных метеоусловий добавляется воздействие на покрытия фасадов кислотных дождей, вызванное увеличением в атмосфере диоксида серы. Цоколи фасадов получают дополнительную нагрузку в зимний период времени в связи с применением хлорида натрия во избежание гололеда.

Исходя из вышеперечисленных требований сотрудниками кафедры инженерной экологии и химии БГТУ совместно со специалистами ИП «Кондор», резидента СЭЗ «Брест», были разработаны экологически полноценные ВДК для наружных работ применительно к данным жестким условиям эксплуатации. Совместная разработка внедрена в производство на ИП «Кондор».

Связующим в разработанных ВДК является сополимерная стирол-акриловая дисперсия (BASF, Германия), с содержанием

сухого остатка 50%. В состав включен кальцитный наполнитель широкого фракционного состава и микронизированный тальк со средним размером частиц 4,5 мкм. В качестве белого пигмента используется диоксид титана рутильной формы, обработанный диоксидом кремния (SiO_2) и оксидом алюминия (Al_2O_3). Реологические показатели составов регулируются раствором гидроксиэтилцеллюлозы и раствором полиакриловой кислоты.

Были исследованы основные эксплуатационные показатели двух разработанных красок: фасадной краски (Фасаденфарбе) и краски для шиферных и черепичных крыш (Дахфарбе). Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1
Эксплуатационные показатели воднодисперсионных акриловых красок

Наименование показателя	Наименование состава			
	Фасадная краска		Краска для крыш	
	норма	фактически	норма	фактически
Массовая доля нелетучих веществ, %	56-61	57,5	45-50	49,5
Укрывистость пленки, г/м ²	Не более 200	87	Не более 200	73
Стойкость пленки к статическому воздействию воды, ч	Не менее 60	Более 60	Не менее 96	Более 96
Морозостойкость покрытия, циклов	Не менее 50	Более 50	Не менее 50	Более 50
Адгезия покрытия к подложке (бетон, штукатурка, шифер), МПа	Не менее 1	1,48-2,17	Не менее 1	2,1-2,2
Условная светостойкость, %	Не более 5	0,9	Не более 5	0,81
Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	0,08-0,15	0,08	0,08-0,15	0,08
Устойчивость к воздействию переменных температур, циклов, не менее	10	50 (A ₅₀ =A ₀)	10	50 (A ₅₀ =A ₀)
Стойкость к воздействию климатических факторов (атмосферостойкость), циклов, не менее	100	100 (A ₁₀₀ =0,9A ₀)	100	100 (A ₁₀₀ =0,9A ₀)

Покрытия на основе фасадной краски и краски для крыш обладают высокой адгезией к подложке. После испытаний атмосферостойкости (100 циклов), что соответствует 10 условным годам эксплуатации покрытия, потеря адгезии составила 10%. Внешний вид покрытия сохранился полностью, не было обнаружено изменения цветового тона и меления. При достаточно низком водопоглощении, исследованные покрытия имеют приемлемый коэффициент паропроницаемости, т.е. являются «дышащими».

Полимерное покрытие на основе краски для крыш дополнительно исследовали на существование баланса между паропроницаемостью и водопоглощением. Согласно теории Кюнцеля для фасадных покрытий должно соблюдаться следующее правило:

$$V \cdot P \cdot \sqrt{h} < 1 \quad (1)$$

где P – паропроницаемость покрытия, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$;

V – водопоглощение, $\text{кг} / \text{м}^2$;

h – длительность испытаний водопоглощения, ч.

Для покрытия на основе крышной краски $P = 0,224 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, $V = 0,087 \text{ кг} / \text{м}^2$, $h = 24 \text{ ч}$. После подстановки данных в формулу (1), получаем $0,1 < 1$, что соответствует требованиям для лакокрасочных покрытий для наружных работ.

Совместно с НИИ ПБ МЧС Республики Беларусь были проведены исследования пожаробезопасности ВДК. Результаты испытаний показали, что краски негорючи, не имеют температуры вспышки и температуры воспламенения, а высохшие покрытия относятся к группе трудногорючих материалов.

Таким образом, производство и применение ВДК на акриловой основе представляет собой разумный баланс между долговечностью, ценой и экологическими показателями.

Литература.

1. Пурмаль А.П., Химия и жизнь, №2, 2001, с.18-22.

2. Елесин М.А., Сокольская Ю.Б., Машкин Н.А., Лакокрасочные материалы, №1, 2000, с.7-10.
3. Гаджиев Т.А., Ахмедов А.П. и др., Лакокрасочные материалы, №1, 2001; с.22-24.

Химин П.Ф.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

В результате производственной деятельности людей возникли сложные структуры взаимодействия технических и природных комплексов – природо-промышленные системы. В зависимости от технологических процессов, от их количественных и качественных параметров они определяют характер взаимодействия производства и природной среды.

При взаимодействии автомобильной дороги с окружающей средой кроме самой дороги, как комплекса инженерных сооружений, на природу воздействуют автомобили транспортного потока, водители и пассажиры. В экологическом отношении автодороги являются ярко выраженными полосами отчуждения, поскольку разрезают сложившиеся экологические системы, изменяют рельеф, микроклимат и гидрологический режим местности, загрязняют почву, атмосферу, поверхностные и грунтовые воды. В техническом – вытянутое в линию предприятие, которое выполняет транспортную работу, вырабатывает продукцию в виде перевозок, влияет и испытывает влияние окружающей природной среды. Сочетание элементов автомобильных дорог между собой, различные их значения по длине дороги, вызывают необходимость разбивки трассы на участки, имеющие в известной степени самостоятельное значение, для определения влияния каждого на компоненты природной среды.

*Химин Павел Федорович. Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук.
Кафедра инженерной экологии и химии БГУ.*

Исходными данными для проектирования природоохранных мероприятий являются технические решения по элементам плана, продольного и поперечного профилей участка автомобильной дороги, а также его технико-экономические и транспортно-эксплуатационные показатели.

Для оценки ожидаемого вероятного загрязнения воздуха, где за основу принято общепризнанное положение, что наиболее токсичным видом выбросов автомобиля является окись углерода, Н.А. Рябиков (2) предложил формулу

$$CO = (7,33 + 0,026N_{пр}) K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (1)$$

где CO – расчетный уровень концентрации окиси углерода на высоте 1,5 м. над кромкой проезжей части прямого в плане и горизонтального участка автомобильной дороги, mg/m^3 ;

$N_{пр}$ – приведенная перспективная часовая интенсивность движения автомобильного потока, определяемая по зависимости:

$$N_{пр} = 16,167N^{0,5694} \text{ авт/час} \quad (2)$$

N – расчетная интенсивность движения, авт/сут;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние состава транспортного потока и его средней скорости;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние продольного уклона дороги (при продольном уклоне i менее 10% $K_2=1$, при $i=10 \div 30\%$ $K_2=1,02$, при $i=30 \div 50\%$ $K_2=1,04$, при $i=50 \div 70\%$ $K_2=1,06$);

K_3 – коэффициент, учитывающий ожидаемое снижение токсичности автомобильных выбросов благодаря улучшению конструкции двигателей и методов их эксплуатации (на 1990г. принимают $K_3=1,17$, на 2000г. $K_3=1,11$, на 2010г. $K_3=1,06$).

Прогнозирование уровня шума транспортного потока при интенсивности движения от 10 до 3000 авт/час, (где стандартная доля грузового и общественного транспорта составляет 60%) определяется по формуле (2):

$$L_7 = 46 + 11,81 \lg N_p + \sum D \quad (3)$$

где L_7 - уровень шума транспортного потока на расстоянии 7 м от крайнего ряда автомобилей, дБА;

$\sum D$ - сумма поправок, учитывающих отклонение проектных условий от стандартных, дБА и определяется:

$$\sum D = \pm D_N \pm D_v + D_i + D_{тр}$$

где D_N - влияние изменения доли общественного и грузового транспорта в общем потоке; принимают по ± 1 дБА на каждые 10% отклонений от стандартной доли в 60%;

D_v - поправка в ± 1 дБА на каждые 10% отклонений от стандарта скорости движения в 40 км/ч;

D_i - поправка в ± 1 дБА на каждые 2% продольного уклона дороги;

$D_{тр}$ - учет наличия трамвая по оси улицы (± 3 дБА).

Почвы, прилегающие к автомобильным дорогам, загрязняются компонентами содержащимися в отработавших газах автомобильных двигателей и продуктами истирания при эксплуатации дорог и транспортных средств. Наиболее опасными являются соединения свинца, относящиеся к веществам повышенной токсичности и обладающие свойством аккумуляции. Для расчета ширины расположенной рядом с дорогой полосы, в пределах которой за период эксплуатации дороги концентрация свинца в почве превышает допустимое значение, рассчитывается по формуле, предложенной Р.Х. Измайловым:

$$B = B_0 \cdot K_a \cdot K_v \cdot K_n \cdot K_b, \text{ м} \quad (4)$$

где B_0 - ширина полосы загрязнения в эталонных условиях, характеризующихся следующими параметрами: количество автомобилей, проехавших по дороге, 41 млн. единиц; скорость ветра равна 0; высота насыпи 1 м; средний расход бензина одним автомобилем 25,27 кг/100 км ($B_0 = 6,72$; м);

Коэффициенты K_a , K_v , K_n , K_b определяются согласно (3);

Концентрация свинца (мг/кг) в почве придорожной полосы определяется по зависимости:

$$C = 10 + a l^{-0,65} \quad (5)$$

где l – расстояние от бровки земляного полотна, м;

$a = 20B^{0,65}$, B – ширина полосы загрязнения, рассчитанная по формуле (4)

После оценки изменений окружающей природной среды в результате реализации проекта автомобильной дороги (сравнение полученных результатов с предельно допустимой нагрузкой на компоненты окружающей среды) намечают природоохранные мероприятия, направленные на сохранение, оздоровление и улучшение состояния окружающей природной среды.

Основными реально осуществимыми атмосфероохраняемыми мероприятиями на автодорожном транспорте являются:

- оптимизация геометрических элементов трассы дороги с учетом ПДК окиси углерода;
- рациональное регулирование транспортных средств;
- устройство придорожных полос лесных насаждений.

При устройстве защитного озеленения вдоль дорог В.Ф. Сидоренко (1) предложены эмпирические выражения, при рядовой посадке деревьев с кустарником

$$\gamma = aN_n + B \quad (6)$$

$$a = (-2,52n^2 + 16,52n - 7,47) \cdot 10^{-3};$$

$$B = (-0,872n^2 + 5,37n - 2,654)$$

где n – число рядов в лесной придорожной полосе ($n \leq 3$), при большем числе рядов снижается рассеивание отработавших газов в результате резкого уменьшения скорости ветра (дорога находится в ветровой тени, где скорость ветра приближается к нулевому значению).

Намечая пути защиты от транспортного шума в первую очередь необходимо правильно проложить трассу (с учетом расстояния между дорогой и защищаемым объектом), организовать движение, выбрать тип покрытия и противозумовые экраны, распо-

ложенные между источником шума и защищаемой зоной. Низко-частотные колебания 50, 100, 200Гц, преобладающие в спектре транспортного шума, имеют соответственно длины волн 7,2; 3,6 и 1,8 м, и поэтому теоретически только экран высотой 7 м мог бы надежно защитить жилую зону от шума на этих частотах. Однако на практике экран высотой 2,5 – 3 м уже дает ощутимый эффект.

В формировании дорожного ландшафта необходимо учитывать зрительное восприятие трассы, зрительное ориентирование водителя, сочетание дороги с природным ландшафтом, а также озеленение и обустройство дороги.

Рациональное обустройство дороги не только удовлетворяет технические, культурные и бытовые нужды участников движения, но и является важным элементом охраны окружающей среды. Отсутствие сооружений обслуживания движения или их неудачное размещение приводит к стихийному использованию природной полосы участниками движения, что наносит существенный ущерб природному ландшафту. Наибольшее количество автомобилей и людей скапливается в местах кратковременного (площадки отдыха для легковых, грузовых автомобилей и автобусов, видовые площадки, стоянки у источника воды, маршрутных схем, пунктов питания и торговли, АЗС, достопримечательных мест) или длительного отдыха (гостиница, мотель, кемпинг, автопансионат). Таким образом, природоохранные мероприятия оптимизируют влияние автомобильной дороги на природные компоненты и снижают отрицательное влияние природных условий на содержание дорог.

Литература:

1. Миронов А.А., Евгеньев И.Е. Автомобильные дороги и охрана окружающей среды.-Томск.: Изд-во Томского ун-та, 1986.-284с.
2. Орнадский Н.П. Автомобильные дороги и охрана природы. – М.: Транспорт, 1982. – 176с.

3. Справочник инженера-дорожника. Проектирование автомобильных дорог. Под ред. Г.А. Федорова.-М.: Транспорт, 1989. -437 с.

Монтик С. В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНОТЕРМИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ТВЕРДОГО СПЛАВА

Аннотация: Рассматривается возможность использования технологии электроконтактного механотермического формирования для изготовления комбинированных (твердый сплав – сталь) зубков шарошечных долот, что сокращает расход твердого сплава на 30%.

Ключевые слова: Твердые сплавы, механотермическое формирование

Твердые сплавы типа ВК, состоящие из карбида вольфрама и кобальта обладают высокой твердостью, прочностью, жаростойкостью и износостойкостью, что обусловило их широкое применение для оснащения режущего, горного и бурового инструментов. Одним из способов снижения расхода дорогостоящего твердого сплава является использование биметаллических изделий, состоящих из твердосплавной рабочей части и стального основания. Для изготовления биметаллических (твердый сплав – сталь) изделий можно применять метод электроконтактного механотермического формирования (МТФ), разработанный в Государственной академии нефти и газа имени И. М. Губкина (г. Москва).

Рассмотрим возможность использования технологии МТФ для изготовления твердосплавного вооружения шарошечных долот, которые являются основным породоразрушающим инстру-

Монтик Сергей Владимирович. Доцент, кандидат технических наук.
Кафедра машиностроения БГУ.

ментом при бурении нефтяных и газовых скважин. Шарошечные долота оснащаются твердосплавными зубками, однако твердый сплав расходуется не рационально, т.к. большая часть зубка находится в корпусе инструмента и выполняет роль державки. Применение технологии МТФ позволяет комбинированные зубки, состоящие из твердосплавной рабочей головки и стального основания, что позволяет снизить расход твердого сплава. Существующая технология МТФ заключается в спекании под давлением в керамической пресс-форме порошка твердого сплава при одновременном его соединении со стальным основанием за счет теплоты, выделяемой при пропускании электрического тока, с использованием медного, а затем графитового электрода-пуансона.

На основании проведенных исследований была разработана новая одностадийная технология МТФ для изготовления комбинированных зубков. При одностадийной технологии МТФ спекание порошка твердого сплава и соединение его со стальным основанием осуществляется под давлением в графитовой пресс-форме за счет нагрева при прохождении электрического тока через порошок твердого сплава, стальное основание и пресс-форму. Давление прессования составляет 9 МПа, плотность тока 4 - 5 А/мм², длительность процесса от 10 до 200 с. Данная технология, в отличие от ранее используемой, позволяет изготавливать комбинированные зубки сложной формы, упрощает процесс изготовления зубков, сокращает количество необходимой оснастки и получаемых отходов.

Совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом тугоплавких металлов и твердых сплавов (г. Москва) был разработан руководящий документ на комбинированные зубки формы Г26 по ГОСТ 880-75 для шарошечных долот типа К геологоразведочного сортамента.

Стендовые испытания, проведенные на Дробыбичском доломном заводе, позволили рекомендовать использование комбинированных зубков для оснащения долот малых диаметров.

При применении комбинированных зубков для долот III 132 К – ЦВ экономия твердого сплава составила 0,5 кг (30%) на одно долото.

Лопачук О. Н.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ.

Аннотация: В рамках новой идеологии экологической безопасности, базирующейся на концепции приемлемого риска, рассмотрен механизм экологического страхования. Приведены сведения о направлениях разработки нормативно-правовой базы и организационно-методического обеспечения механизма экологического страхования в Республике Беларусь.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, концепция приемлемого риска, экологическое страхование, устойчивое развитие.

Проблемы экологической политики и экологической безопасности в настоящее время приобрели особую актуальность и стали предметом углубленных исследований во всем мире.

Различные виды *экономических* инструментов экологической политики объединяются в несколько основных типов: платежи; субсидии; инструменты залогово-возвратной системы, меры финансового воздействия (штрафы и гарантийные взносы). В основном такие инструменты предназначены для решения проблем нейтрализации или предотвращения негативного воздействия производства на окружающую среду при *нормальных* или близких к ним технологических режимах. Вместе с тем особую опасность представляют именно внезапные, непредвиденные, *аварийные* ситуации, которые наносят значительный имущественный ущерб, приводят к ухудшению качества окружающей среды, влекут за собой ухудшение здоровья людей, увеличение числа генетиче-

Лопачук Ольга Николаевна. Аспирант, младший научный сотрудник НИ-ЭИ Минэкономики Республики Беларусь

ских нарушений, сокращение средней продолжительности жизни.

В документах Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро подчеркнута необходимость превращения любого вида хозяйственной деятельности в экологически безопасную, т. е. совместимую с требованиями гармоничного развития общества и природы. Очевидно, что достижение уровня абсолютной безопасности (концепция "нулевого риска") для жизни и здоровья человека в принципе невозможно. Современной базой для фундаментальных и прикладных исследований является концепция "приемлемого риска", сущность которой сводится к устранению причин возникновения катастроф (вплоть до отказа от продукции опасных производств, закрытия аварийных объектов и т. д.), смягчению последствий катастроф, принятию стабилизирующих мер.

Актуальным вопросом экологической безопасности остается поиск финансовых и материальных ресурсов для предупреждения аварий и/или ликвидации последствий воздействия на окружающую среду в результате ее загрязнения. Одним из инструментов усиления экологического контроля и привлечения негосударственных инвестиций в охрану окружающей природной среды может стать экологическое страхование.

Под *экологическим страхованием* понимается страхование ответственности предприятий - источников повышенного экологического риска за причинение ущерба третьим лицам, а также обеспечение страховой защиты материальных интересов граждан и юридических лиц в виде полной или частичной компенсации убытков, вследствие внезапного, непреднамеренного загрязнения окружающей среды, вызванного авариями, и экономическое стимулирование предотвращения аварийного загрязнения среды.

Экономическая сущность экологического страхования состоит в аккумулировании денежных средств в фондах страховых организаций или специально создаваемых страховых фондах и в

перераспределении их между третьими лицами для компенсации причиненных им убытков при наступлении страховых случаев.

Экономической сущности экологического страхования соответствуют его функции, подчеркивающие особенности страхования как звена финансовой системы государства: *превентивная, контрольная, компенсационная, инвестиционная, социальная, информационная.*

Механизм экологического страхования гармонично вписывается в новую парадигму устойчивого развития, предполагающую смену приоритетов от принципа "реагирования и исправления" (т. е. ликвидации последствий загрязнения окружающей природной среды) к основополагающему принципу "профилактики", или предвидению и предотвращению возможных негативных воздействий на природную среду и человека. Экологическое страхование создает взаимную экономическую заинтересованность страхователей и страховщиков в снижении риска экологических аварий.

Страховщики могут осуществлять превентивные меры с помощью:

- отказа в страховом покрытии в случаях, когда экологические риски слишком высоки;
- требований о выполнении мер по предотвращению риска;
- снижения страховых тарифов в случае, если экологический риск страхователя низок.

Страхователь заинтересован в повышении своей экологической безопасности, так как с ростом вероятности аварий растут и ставки страховых премий. В виде поощрения безаварийности страхователь получает ряд льгот: возврат установленной части страховой премии, льготные условия продления страхового договора и т. д.

Таким образом, механизм экологического страхования выступает инструментом регулирования и управления природополь-

зованием с возможностью значительного снижения ущерба окружающей среде. Применение такого прямого экономического стимула может быть эффективным дополнением к традиционным способам экономико-правового регулирования взаимоотношений общества и природы.

Существенным препятствием для разработки механизма экологического страхования в Республике Беларусь является отсутствие единых теоретических и методологических основ, включая терминологический аппарат, критерии оценки экологической опасности предприятий, методы и подходы к расчету тарифной ставки. Сдерживающим фактором для практического использования результатов научных исследований является недостаточная разработка нормативно-правовой базы и ограниченные статистические данные.

В Законе Республики Беларусь "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 10 января 2000 г. впервые закреплена ответственность за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта (ст.25). Теперь организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, может заключить договор страхования ответственности за причинение вреда физическим, юридическим лицам и окружающей среде в случае аварии на опасном производственном объекте со страховой организацией, имеющей лицензию на проведение данного вида страхования.

Во исполнение программы "Гармонизация законодательной и нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды Республики Беларусь и Российской Федерации в 1999-2000 годах" (утверждена постановлением Исполнительного Комитета Союза Беларуси и России от 12 февраля 1999 г. №6) разработан проект Основ законодательства Союзного государства "Об охране окружающей среды". Ст. 77 проекта Основ устанавливает, что экологическое страхование хозяйственной и иной деятельности осуществляется для гарантированного возмещения ущерба,

нанесенного окружающей среде и реципиентам внезапным (аварийным) выбросом (сбросом) загрязняющий(их) веществ(а) и иным вредным воздействием на окружающую среду. Этой статьёй предусматривается, что экологическое страхование может осуществляться на добровольной и обязательной основе в порядке, установленном национальными нормативно-правовыми актами государств-участниц, а суммы страховых взносов субъектов хозяйствования на экологическое страхование относятся на себестоимость продукции и услуг.

В программе "Гармонизация законодательной и нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды Республики Беларусь и Российской Федерации" запланирована и разработка проекта Основ законодательства Союзного государства "Об экологическом страховании" (2003-2004).

Для организационно-методического обеспечения системы экологического страхования необходимо принятие следующих мер:

- выделение объектов и регионов, где должно начаться внедрение этой системы. Как следует из мирового опыта, объектами экологического страхования в первую очередь должны быть предприятия химической, нефтеперерабатывающей, нефтяной промышленности, трубопроводный транспорт, объекты железнодорожного транспорта, а первоочередными регионами — территории с наибольшим сосредоточением отмеченных источников повышенного экологического риска;
- инвентаризация источников повышенной опасности с их классификацией по уровню экологического риска;
- разработка перечня страховых событий, подлежащих обязательному и добровольному страхованию;

• разработка ставок страховых премий и сумм, выплачиваемых страховщиком (страховым фондом) в пользу третьих лиц при наступлении страхового события.

Принципиальным вопросом при построении организационных основ экологического страхования является форма его проведения: добровольное либо обязательное. При обязательном экологическом страховании основанием правоотношений между страховщиком и страхователем служит закон, в развитие которого определяется перечень экологически опасных производств и предприятий, вредных веществ и потенциальных потерпевших от аварийного воздействия. При добровольном страховании основанием служит договор между страховщиком и страхователем.

Введение института обязательного экологического страхования преследуют несколько целей. Во-первых, определенные виды загрязнений крайне опасны для окружающей среды и здоровья людей, затраты на восстановительные работы велики, а при обязательном страховании гарантируется наличие определенных средств как на проведение мероприятий по очистке, так и на компенсацию ущерба пострадавшим. Во-вторых, при страховании возрастают требования к безопасности, а значит, усиливается контроль за потенциально опасными видами деятельности. Наконец, экологическое страхование способствует повышению общественного доверия к этим видам деятельности.

Таким образом, основная идея разработки механизма экологического страхования заключается в том, чтобы сбалансировать интересы граждан (третьих лиц, которым причинен ущерб), государства (в случае причинения ущерба окружающей среде и/или государственной собственности) и частного предпринимательства (владельцев потенциально опасных объектов). А роль экологического страхования заключается в том, чтобы реально гарантировать защиту этих интересов. И дело не столько в масштабах возмещения эколого-экономического ущерба, которые в современ-

ных условиях будут вынужденно малыми, сколько в неотвратимости такого возмещения.

В качестве основной цели введения системы экологического страхования предлагается рассматривать *содействие устойчивому экологическому безопасному развитию Республики Беларусь в условиях рыночных отношений*.

Емельяненко Т.А.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОЙ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация: Изложены вопросы грунтовой очистки бытовых сточных вод на сооружениях малой канализации и теоретические основы почвенной очистки сточных вод в сооружениях со связным и несвязным грунтом. Рассмотрены процессы удаления из сточных вод соединений азота и фосфора на грунтово-растительных биофильтрах.

Ключевые слова: Сточные воды, азот, фосфор, грунтово-растительный биофильтр, нитрификация, денитрификация.

В настоящее время все возрастающее значение приобретает очистка сточных вод от малых объектов канализования (домов отдыха, пансионатов, кемпингов, туристических баз, автозаправочных станций, коттеджей, отдельно стоящих объектов и других). Очистка сточных вод от таких объектов на центральных канализационных очистных сооружениях зачастую невозможна или нецелесообразна, так как влечет большие капиталовложения в строительство напорных коллекторов для подачи стоков на значительные расстояния. В связи с этим предлагается ряд сооружений, предназначенных для очистки малых количеств сточных вод непосредственно возле объектов. Их можно условно разде-

Емельяненко Татьяна Александровна: Аспирант. Белорусская государственная политехническая академия.

лить на две группы — системы искусственной биологической очистки и системы с процессами очистки стоков, в которых участвует почва [1].

Системы искусственной биологической очистки включают в себя:

- сооружения с активным илом (азротенки);
- сооружения с прикрепленной микрофлорой (погружные диски, тонкослойные элементы и т.д.);
- биофильтры и т.д.

Во все эти сооружения кислород подается принудительно, благодаря чему длительность обработки воды сокращается, очистка ускоряется, обеспечивается требуемая ее степень, но вместе с тем повышается стоимость строительства и эксплуатации, так как подача воздуха связана с установкой дорогостоящего и энергоемкого оборудования (воздуходувки, мешалки, азраторы и другие). Кроме того, данные сооружения требуют квалифицированного обслуживания, что весьма сложно в условиях отдельно стоящего объекта.

Указанные недостатки частично или полностью устранены в экономичных и экологических сооружениях, в которых процессы очистки осуществляются в слое почвы. К ним относятся: биопруды с естественной аэрацией; поля орошения, поля фильтрации, поля подземной фильтрации; песчаные фильтры и др. В этих сооружениях естественное поступление кислорода зависит от метеорологических факторов (температуры, влажности воздуха, скорости ветра и т.д.).

Большой интерес в группе очистных сооружений с почвенной очисткой представляют грунтово-растительные биофильтры. Грунтово-растительный биофильтр представляет собой грядку с произрастающими на ней влаголюбивыми растениями. Функция растений сводится к предотвращению уплотнения грун-

та, насыщению его кислородом воздуха, испарению влаги через листья и внешнему виду сооружений [2, 3, 4, 5].

Сточная вода, просачивается сквозь грунт, населенный различными микроорганизмами, которые в процессе жизнедеятельности используют загрязняющие вещества в качестве питательного субстрата. При этом конечными продуктами биоокисления органических веществ являются углекислый газ и вода. Соединения азота (в поступающих стоках это, в основном, азот аммонийных солей) с помощью бактерий-нитрификаторов превращаются в нитриты, затем — в нитраты (нитрификация) с последующим преобразованием с помощью бактерий-денитрификаторов (*Pseudomonas*, *Achromobacter*) в газообразный азот (денитрификация) [6, 7].

На процесс удаления загрязнений большое влияние оказывают такие свойства грунта как пористость, водопроницаемость, гранулометрический состав, наличие гумуса и глинистых частиц и другие. Сточные воды, просачиваясь сквозь тело фильтра, должны в достаточной степени насыщаться кислородом и взаимодействовать с микроорганизмами, число и активность которых определяются количеством и размерами пор в грунте, содержанием в нем воды, воздуха и тепла. Поэтому весьма различен эффект очистки в связанных и несвязных грунтах [3].

В установках со связным используют смеси с низкой проницаемостью для воды. Поэтому в этих сооружениях происходит растекание сточных вод по поверхности. Ввиду слабого контакта между жидкостью и грунтом существенный эффект очистки достигается только по органическим загрязнениям. Кроме того, в зимний период понижение температуры способствует намораживанию воды на поверхности фильтра, что делает затруднительным его эффективную работу [3, 6, 8].

В установках с несвязным грунтом используют песок и гравий, поэтому в них надежно обеспечена требуемая скорость про-

сачивания жидкости, что дает возможность получить остаточное БПК₅ < 10 мг/л (эффект очистки составляет 90-97%) [2, 6].

Для успешного протекания биохимических процессов эффективна загрузка, состоящая из песчано-щебеночного материала с коэффициентом фильтрации от 10^4 м/с до 10^3 м/с [2, 5], причем допускается применять смесь, в которой связных частиц не > 5% [5] или не > 10% [2].

Наряду с разрушением органических веществ на грунтово-растительных биофильтрах наблюдается интенсивная очистка сточных вод от фосфора и азота.

Степень связывания фосфора обуславливается многими факторами: сорбционная способность грунта, pH, редокс-потенциал, количество и качество веществ, участвующих в реакции и т.д. [6].

Удаление фосфора происходит, в основном, вследствие реакций осаждения (фосфаты кальция, железа, алюминия) и преобразования в органический фосфор [6]. Осаждение фосфора хорошо происходит в мелкозернистом железосодержащем песке [3].

Первая стадия удаления азота — нитрификация — происходит с помощью автотрофных бактерий и кислорода. Поэтому сточную воду на фильтр необходимо подавать периодически, чтобы поры грунта во время пауз могли наполняться воздухом. В

таком режиме степень нитрификации составляет более 40% при площади поверхности фильтра 5 м²/чел. и более 75% при площади 9 м²/чел. [3, 6].

Последующая денитрификация нитратов в молекулярный азот более трудна, так как этот процесс происходит только в отсутствие кислорода и при наличии органического субстрата, который к началу процесса денитрификации был поглощен аэробными микроорганизмами. Для полной денитрификации на 1 кг удаляемого азота необходимо около 1 кг растворимого углерода [6].

Грунтово-растительные биофильтры как системы почвенной очистки представляют большой интерес для применения их в ка-

честве систем малой канализации. Они имеют существенные преимущества перед другими малыми очистными сооружениями, поэтому целью наших дальнейших работ является исследование процессов, протекающих в грунтово-растительных биофильтрах, а также совершенствование их конструкций и условия применения у конкретных потребителей.

Литература

1. Яковлев С. и др.: Канализация, Москва, 1986
2. Lohse M., Mollenhauer N., Nowak M., Foppe H.-G.: Bepflanzte Bodenabwasserreinigungsstufen von Kleinkläranlagen, Korrespondenz Abwasser № 4, 1996, s. 555-565.
3. Uhl A.: Abwasserreinigung in Bodenkläranlagen, Wasser und Boden № 4, 1994, s. 36-40.
4. Geller G., Netter R., Kleyn K., Lenz A.: Bewachsene Bodenfilter zur Reinigung von Wasser — Ergebnisse und Empfehlungen aus einem 5jährigen BMFT - Forschungsvorhaben, Korrespondenz Abwasser № 6, 1992, s. 886-906.
5. ATV-A 262: Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbaugrößen bis 1000 Einwohnerwerte, (10/ 1996).
6. Fehr G., Schütte H.: Neue Erkenntnisse zum Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen, Korrespondenz Abwasser № 6, 1992, s. 872-879.
7. Ankara Ü.: Neue Erkenntnisse zum Bau und Betrieb von Kläranlage mit Bodenfilter nach dem Subterra-Prinzip, Korrespondenz Abwasser № 1, 1996, s. 100-104.
8. Mönninghoff H. - u.a.: Praxisstand naturnaher Abwasserreinigung, Sanfte-Energie-Verlags-GmbH, Am Elmschenbruch 1, Springe-Eldagsen, 1986, s. 31-40.

Воронин А.Г.

ОХРАНА ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: Описаны условия формирования жиросодержащих сточных вод мясокомбинатов. Приведены существующие методы очистки жиросодержащих сточных вод, исследования по интенсификации процессов очистки сточных вод мясокомбинатов. Разработаны рекомендации по рациональной схеме локальных очистных сооружений мясокомбинатов.

Ключевые слова: Мясокомбинат, фильтрование, вертикальные отстойники, жироловки, песколовки, фильтры, очистка сточных вод, нетканые материалы, загрузка, очистные сооружения, отстаивание.

Предприятия мясной промышленности РБ являются достаточно крупными потребителями воды, объемы которой зависят от вида перерабатываемого сырья, характера технологических операций, выпускаемой продукции, мощности предприятия, его технической оснащенности, системы водоотведения и других местных условий.

Общей характерной особенностью сточных вод предприятий мясной промышленности является высокая концентрация жиров, которая содержится в пределах 200 – 1500 мг/л, значительная часть которых (до 150 - 500 мг/л) содержится в виде чрезвычайно стабильных эмульсий и коллоидных растворов. Кроме того, сточные воды этих предприятий являются основным источником фосфора, который в значительной степени способствует эвтрофикации водоемов, ухудшая экологическую обстановку в отдельных регионах нашей страны.

Традиционно используемые технологические схемы и очистные аппараты для очистки сточных вод большинства мясопере-

Воронин Анатолий Григорьевич. Доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Белорусская государственная политехническая академия.

рабатывающих заводов к настоящему времени морально и физически устарели и не обеспечивают возросшие требования к качеству очищенной воды. Поэтому разработка рациональной схемы очистки сточных вод предприятий, которая позволит при минимальных затратах обеспечить требуемую степень очистки, является актуальной задачей.

Основные требования при создании новых и реконструкции старых очистных сооружений должны сводиться к следующему:

- соблюдение нормативных требований к качеству очищенной воды с учетом перспективных изменений, обусловленных развитием производства;
- получение максимального экономического эффекта от предотвращения экологического ущерба, причиняемого окружающей среде в результате сброса неочищенных сточных вод, а также от более полного использования и утилизации отходов производства.

Сточные воды мясокомбинатов могут очищаться отдельно или совместно с бытовыми стоками. При сбросе жиросодержащих сточных вод в городскую канализацию концентрация жиров в этих стоках не должна превышать 25 мг/л и полностью должны очищаться сточные воды от жиров при сбросе стоков в водоемы.

Предварительная обработка этих стоков на локальных очистных сооружениях необходима для защиты канализационной сети от загрязнения, а также целесообразностью извлечения из сточных вод ценных веществ (жиров) и таких загрязнителей, которые затрудняют дальнейшую биологическую очистку основной массы производственных стоков.

Независимо от того, сбрасываются ли все сточные воды мясокомбината в городскую канализацию или подвергаются биологической очистке на очистных сооружениях мясокомбината, на территории последнего должны быть предусмотрены следующие локальные очистные сооружения[1]:

решетка, песколовка и жироловка для производственных и зажиренных сточных вод; навозоуловители с решетками для стоков из помещений для содержания скота; навозоуловитель и дезинфекатор для стоков карантинных изоляторов и санитарной бойни.

Для выделения жира из сточных вод широко применяются жироловки отстойного типа, разработанные институтом Гипромясо. При эксплуатации указанных жироловок в течении первых 10 минут отстаивания на поверхность всплывает до 35 % жира, содержащегося в сточной воде, в осадок переходит около 20 %, а остальная часть остается в эмульгированном состоянии. При увеличении времени отстаивания до 2 часов на поверхность всплывает 43,2% жира, оседает 40,2%. Выделение эмульгированного жира требует более длительного времени, что снижает эффективность работы таких жироловок [2,3].

В последнее время для обезжиривания сточных вод мясокомбинатов стали применять флотационные способы очистки: флотацию с механическим диспергированием воздуха, напорную и электрофлотацию. Применение флотации для очистки сточных вод мясокомбинатов было исследовано в Ленинградском инженерно-строительном институте в импеллерной машине. Результаты опытов показали, что эффект очистки от жира составлял до 70% [4]. При этом в процессе очистки образовывалось значительное количество пены (до 20% от объема очищаемой воды), которую необходимо было направлять на очистку. Идентичные результаты были получены и при напорной флотации.

Метод электрофлотации апробирован сотрудниками Кишиневского политехнического института. Проведенные опыты показали, что на эффективность процесса электрофлотации влияют величина плотности тока на электродах, продолжительность обработки, материал и способы выполнения анода и катода, а также температура сточной жидкости. Оптимальная плотность тока

при электрофлотации жира рекомендована от 10 до 15 MA/CM^2 . Скорость извлечения жира имеет наибольшее значение в первые 3-5 минут работы установки; наиболее благоприятной для процесса электрофлотации жира является температура сточной жидкости в пределах 30-40°C. При соблюдении этих параметров эффект очистки от жира электрофлотацией достигает 90-96%. Внедрение этого способа на Кишиневском мясокомбинате показало, что максимальный эффект очистки от жира составлял 96% с остаточным содержанием жира 85 мг/л. Однако из-за сложности эксплуатации указанный метод широкого применения не получил [5].

В настоящее время широко исследуется применение реагентов для повышения эффективности и надежности различных способов очистки сточных вод во всех промышленных развитых странах. Разработаны методы, позволяющие с достаточно высокой степенью извлекать жировые и белковые вещества с помощью различных высокомолекулярных полимерных флокулянтов синтетических или природного происхождения. Особый интерес представляет использование таких реагентов, присутствие которых в извлеченной массе не препятствует переработке ее на корм животных.

Так для решения этой проблемы сотрудниками кафедры «Водопотребление и водоотведение» Белорусской государственной политехнической академии при исследовании очистки жиросодержащих сточных вод мясокомбинатов использован оксихлоридсульфат алюминия. На указанный реагент получено разрешение Минздрава РБ о применении этого реагента для очистки природной воды, используемой для питьевых целей.

Исследования по очистке жиросодержащих сточных вод проводились на натуральных стоках с использованием реагента оксихлоридсульфата алюминия в статических условиях:

- отстаивание в мерных цилиндрах;

- отстаивание в трубчатой колонке высотой 2,5 м.

Доза реагента варьировалась в пределах: 3 - 12 мг/л по активной части. При выделении коагулированных загрязнений путем 30-минутного отстаивания в лабораторных условиях получен эффект по удалению жира и взвесей - в среднем 80%. Эффект очистки по жирам увеличивается в среднем, еще на 60%, когда для коагулированных загрязнений дополнительно используется фильтрация через загрузку из синтетического волокнистого материала типа ФП-1.

На основании проведенных исследований по очистке жиродержащих сточных вод и учитывая зарубежный опыт по этому вопросу рекомендуется следующая схема очистки этих стоков:

при проектировании очистных сооружений по очистке жиродержащих сточных вод необходимо предусматривать уравнивательные резервуары, которые будут способствовать как равномерному поступлению сточных вод на локальные очистные сооружения, так и усреднению состава сточных вод.

с целью уменьшения нагрузки на локальные очистные сооружения взамен традиционных ручных решеток, рекомендуется использовать процеживатели или механизированные грабельные решетки с уменьшенными размерами прозоров между стержнями (3 - 5 мм);

перед подачей сточных вод в жиростойник стоки рекомендуется подвергать реагентной обработке с использованием для этой цели оксихлоридсульфата алюминия в дозах 8-10 мг/л. В результате такой обработки в жиростойнике будет выделяться основная масса крупно и средне дисперсных жировых загрязнений, легкой гидрофобной части грубодисперсных примесей. Учитывая фактор нетоксичности коагулянта и его малые дозы, полученный осадок после механи-

механического обезвоживания и соответствующей обработки может быть использован в корм животных;

при дальнейшей очистке стоков в камере флотации эффект очистки по жирам достигает 90-95%. Для достижения указанного эффекта очистки сточных вод в отделении флотации рекомендуется использовать систему аэрации НП СП "Белэклоль", которая включает мелкопузырчатые пневмоаэраторы и воздухораспределительную систему без применения стальных труб;

для снижения концентрации жиров в очищаемых сточных водах, сбрасываемых в горканализацию рекомендуется их подвергать доочистке на фильтрах методом контактного фильтрования. В качестве фильтрующей загрузки рекомендуется использовать синтетические волокнистые материалы марки ФП-1 производства ПО "Химволокно" г. Могилева. Остаточное содержание жира в профильтрованной воде находится в пределах 20-25 мг/л. Регенерация указанной загрузки производится тепловой обработкой (паром) с утилизацией отходов;

для обезвоживания образующихся осадков в процессе очистки сточных вод рекомендуется метод центрифугирования с выделением пригодных для утилизации вторичных продуктов. Указанный метод обезвоживания жиросодержащих сточных вод внедрен и показал хорошие результаты на мясоперерабатывающем комбинате ОАО "Царицыно" (Россия) [6].

В итоге проведенных исследований разработана технология глубокой очистки жиросодержащих сточных вод для предприятий мясной промышленности, которая удовлетворяет нормативным требованиям при сбросе стоков в городскую канализацию (остаточное содержание жира в очищенной воде составляет 20-25 мг/л) и принята к внедрению на Борисовском мяскокомбинате.

Литература

1. Справочник проектировщика "Канализация населенных мест и промышленных предприятий." М., Стройиздат, 1981.
2. Воронин А.Г., Таскаев В.И. Современное состояние и задачи очистки сточных вод мясокомбинатов. Межведомственный сборник "Проблемы использования и охраны вод" Минск "Наука и техника" 1979
3. Шифрин С.М. и др. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности. М., 1981.
4. Вишнеvский М.А., Иванов Г.В. Очистка жиросодержащих сточных вод напорной флотацией. Изв.АН МССР, N5,1980.
5. Матов Б.М. Электрофлотационная очистка сточных вод. Кишинев, 1982.
6. Меншутин Ю.А. и др. Реконструкция очистных сооружений мясокомбинатов. Сборник "Мясная индустрия" N5,1997.

Лукша В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКОФОРМИРУЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОСБОРОВ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Аннотация: Приводятся зависимости для расчета основных характеристик водосборов малых рек Беларуси с целью сокращения натуральных изысканий и облегчения расчета по зависимостям, включающим в себя эти характеристики. Даются рекомендации по применению полученных параметров в экологических целях.

Ключевые слова: Расчет, параметры, водосбор, малая река, Беларусь.

Известно, что формирование стока рек любого вида, будь то годовой сток или сток весеннего половодья происходит, в основном, на водосборе реки, поэтому расчет различных видов стока

Лукша Владимир Валентинович, Ассистент, Кафедра сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций БГТУ.

малых рек Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений часто ведется по зависимостям, где исходными параметрами служат физико-географические и геометрические характеристики водосборов, определение которых является трудной задачей, а непосредственное измерение требует больших материальных затрат. Поэтому велся поиск достаточно простых и точных зависимостей для определения характеристик водосборов малых рек Беларуси. Это и явилось главной целью исследования.

При экологической оценке какой-либо территории необходимо знать большинство ее географических и физических параметров, а так как любой участок земли является частью водосбора; например, реки, то оценка его параметров — это первейшая необходимость при принятии каких-либо решений по охране окружающей среды.

Практически, для условий Беларуси, характеристики водосборов или принимались по результатам изысканий или по рекам-аналогам (только некоторые из них) или находились по крупномасштабным картам. Отсутствие достаточно точных зависимостей для расчета параметров водосборов для территории Беларуси явилось задачей исследования.

В качестве исходных были приняты следующие данные полевых изысканий проектного института "Полесьегипропроводхоз" по 2033 водосборам рек всей территории Беларуси: длина водотока (расстояние от истока) (l), км; средний уклон водосбора (i), ‰; площадь водосбора (F), км²; длина водосбора (L), км; средняя ширина водосбора (B), км; длина водораздельной линии (S); густота речной сети (ρ), км/км²; площадь водосбора, занятая озерами ($f_{оз}$), ‰; болотами ($f_{б}$), ‰; заболоченными землями ($f_{з.з}$), ‰, заболоченным лесом ($f_{з.л}$), ‰, сухим лесом ($f_{с.л}$), ‰ — всего 12 характеристик водосбора. При этом, площадь водосбора изменялась в пределах от 5,5 до 1950 км², а длина рек от 0,4 до 174 км, поэтому все 2033 реки можно отнести к малым рекам (малая река для

территории Беларуси имеет площадь водосбора до 2000 км² и длину до 200 км). Использование методов математической и компьютерной техники позволило на первоначальном этапе выявить линейные корреляционные связи между характеристиками водосборов и принять для дальнейших исследований только связи с коэффициентом корреляции $R \geq 0,7$ (см. таблицу 1). Анализ таблицы 1 показывает, что есть в дальнейшем смысл исследовать только связи геометрических характеристик водосбора (средней ширины (B), длины (L), длины водораздельной линии (S)) с длиной реки (l), площадью водосбора (F) и между собой. Как и можно было предположить заранее, определение густоты речной сети (ρ) и площадей водосбора, занятых озерами ($f_{оз.}$), болотами ($f_{б.}$), заболоченными землями ($f_{з.з.}$), заболоченным ($f_{з.л.}$) и сухим ($f_{с.л.}$) лесом через оставшиеся характеристики водосбора по относительно простым эмпирическим зависимостям невозможно по причине почти полного отсутствия корреляционной связи (коэффициенты корреляции приблизительно равны нулю). Поэтому эти характеристики водосбора необходимо или измерять на местности или находить по крупномасштабным картам с достаточной для расчетов точностью.

Дальнейшие исследования позволили выявить более точные, в некоторых случаях нелинейные зависимости для расчетов параметров водосборов. За основные типы зависимостей были приняты следующие: линейная и степенная. Они явились, в данном случае, наиболее простыми и точно описывающими связи между исследуемыми характеристиками.

Полученные уравнения и коэффициенты корреляции сведены в таблицу 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что при нулевых значениях характеристик рассчитанные по предлагаемым зависимостям параметры имеют также нулевые значения, это дает возможность

избежать крупных просчетов и отрицательных чисел при гидрологических, водохозяйственных и других расчетах. Графические зависимости из-за их большого количества и ограничения объема статьи здесь не приводятся.

Сравнительный анализ связи рассчитанных по предлагаемым уравнениям параметров водосбора (F , I , L , B , S) с измеренными согласно Ресурсов поверхностных вод [1, 2, 3] показал их близкую сходимость (ошибки не превышают 20%, средняя относительная ошибка – 4,2%), что обеспечивает достаточную точность расчетов для практических целей.

Была также рассмотрена возможность исследования зависимостей характеристик водосборов отдельно по бассейнам крупных рек Беларуси. Количество исследуемых рек и ректоров составило (общее количество – 2033) для бассейнов: Западной Двины – 498, Немана – 393, Западного Буга – 74, Днепра – 891, Припяти – 177. Полученные зависимости и соответствующие им коэффициенты корреляции почти не отличаются от приведенных в таблице 2 (отличия коэффициентов уравнений и коэффициентов корреляции составили около 5%), что позволило сделать вывод об однородности зависимостей друг от друга характеристик водосборов малых рек по всей территории Беларуси. Выявление более точных и сложных уравнений, а также определение новых, отличных от приведенных в таблице 2 параметров водосбора является самостоятельной задачей, которая, по возможности, будет решаться в будущем.

Таблица 1
 Матрица коэффициентов линейной корреляции характеристик водосборов малых рек Беларуси.

	<i>l</i>	<i>f</i>	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>S</i>	<i>p</i>	<i>f_{ca}</i>	<i>f_с</i>	<i>f_{ca}</i>	<i>f_с</i>	<i>f_{ca,n}</i>	<i>f_{с,n}</i>
<i>l</i>	1,000	-0,304	0,828	0,620	0,801	-0,015	-0,022	0,039	-0,027	0,000	0,043	
<i>f</i>	-0,304	1,000	-0,389	-0,379	-0,397	0,009	-0,120	-0,190	-0,068	-0,257	0,000	
<i>L</i>	0,828	-0,323	1,000	0,873	0,916	-0,016	0,151	0,108	-0,062	0,057	0,024	
<i>B</i>	0,620	-0,389	0,873	1,000	0,698	-0,023	0,148	0,153	-0,037	0,091	0,017	
<i>S</i>	0,801	-0,379	0,916	0,698	1,000	-0,012	0,193	0,104	-0,061	0,053	-0,029	
<i>p</i>	-0,015	0,009	-0,016	-0,023	-0,020	1,000	-0,015	-0,025	-0,011	0,015	-0,018	
<i>f_{ca}</i>	-0,022	-0,120	0,148	0,193	0,188	-0,015	1,000	0,033	-0,036	0,096	-0,120	
<i>f_с</i>	0,039	-0,190	0,153	0,104	0,133	-0,025	0,033	1,000	-0,219	0,032	-0,124	
<i>f_{ca,n}</i>	-0,027	-0,068	-0,037	-0,061	-0,042	-0,011	-0,036	-0,219	1,000	-0,057	-0,197	
<i>f_{с,n}</i>	0,001	-0,257	0,091	0,053	0,062	0,015	0,096	0,032	-0,057	1,000	0,035	
<i>f_{ca,n}</i>	0,043	0,000	0,017	-0,029	-0,012	-0,015	-0,120	-0,124	-0,197	0,035	1,000	

Таблица 2

Уравнения связи и соответствующие им коэффициенты корреляции характеристик водосборов малых рек Беларуси.

	F	L	B	S
F	$F = 1,840 \cdot F^{0,478}$ $R = 0,780 \pm 0,006$	$L = 2,188 \cdot F^{0,449}$ $R = 0,897 \pm 0,003$	$B = 0,484 \cdot F^{0,545}$ $R = 0,918 \pm 0,002$	$S = 4,886 \cdot F^{0,310}$ $R = 0,952 \pm 0,001$
L	$F = 4,562 \cdot L^{1,05}$ $R = 0,780 \pm 0,006$	$L = 0,569 \cdot L + 6,616$ $R = 0,828 \pm 0,005$		$S = 1,877 \cdot L + 17,861$ $R = 0,801 \pm 0,005$
L	$F = 0,612 \cdot L^{1,291}$ $R = 0,897 \pm 0,003$			$S = 3,091 \cdot L$ $R = 0,934 \pm 0,002$
B	$F = 6,102 \cdot B^{1,548}$ $R = 0,918 \pm 0,002$			$S = 6,862 \cdot B + 9,854$ $R = 0,840 \pm 0,004$
S	$F = 0,090 \cdot S^{1,778}$ $R = 0,952 \pm 0,001$	$L = 0,273 \cdot S + 2,715$ $R = 0,934 \pm 0,002$	$B = 0,103 \cdot S + 0,756$ $R = 0,840 \pm 0,004$	

Полученные зависимости дадут возможность произвести экологическую оценку территории с точки зрения гидрологии, т.е. как водосбора реки, что немаловажно при использовании водных ресурсов или наоборот, сброса сточных вод в водоприемник. Также рассчитанные характеристики водосбора возможно использовать при оценке возможности размещения жилых и производственных комплексов на исследуемой территории

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР/ т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. ч.2. Основные гидрологические характеристики. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 720 с.
2. Основные гидрологические характеристики (за 1963 - 1970 гг. и весь период наблюдений). т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 432 с.
3. Основные гидрологические характеристики (за 1971 - 1975 гг. и весь период наблюдений): т.5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 504 с.

Мороз В.В.

ОЧИСТКА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В БИОРЕАКТОРЕ С ПОДЪЕМНОЙ СТРУЕЙ

Многие отрасли промышленности (пищевая, целлюлозно-бумажная, микробиологическая, химическая, фармацевтическая и др.) являются масштабными источниками концентрированных по органическим загрязнениям сточных вод. Традиционным способом обработки этих сточных вод является аэробная биологическая очистка сопряженная с большими затратами на аэрацию и утилизации избытка активного ила. Помимо крайней экономической неэффективности такого подхода, переменный состав сточных вод и высокая концентрация загрязнений часто приводит к

Мороз Владимир Валентинович. *Ассистент. Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.*

в результате чего загрязнения беспрепятственно попадают в окружающую среду (реки, озера, грунтовые воды). При благоприятных условиях очистка происходит естественным путем в процессе природного круговорота воды. Чтобы природные системы сумели восстановиться, необходимо прежде всего прекратить дальнейшее поступление отходов в реки. Промышленные выбросы не только засоряют, но и отравляют сточные воды. А эффективность дорогостоящих приспособлений для очистки таких вод пока еще недостаточно изучена. Несмотря ни на что, некоторые городские хозяйства и промышленные предприятия все еще предпочитают сбрасывать отходы в реки и весьма неохотно отказываются от этого только тогда, когда вода становится совсем непригодной или даже опасной. Очевидно, что такая практика имеет крайне негативные экологические последствия.

Экономическое положение промышленных предприятий, дефицит строительных площадей и высокая арендная плата за отводимые участки, требуют проектирования компактных установок по очистке сточных вод.

Конструкция реакторов может быть полностью герметичной, что предотвращает распространение дурнопахнущих веществ и микробиальных аэрозолей вокруг очистных сооружений. Вследствие этого, может быть значительно сокращена санитарно-защитная зона. Компактность и санитарно-гигиеническая безопасность современных биореакторов делает возможным их широкое использование для локальной очистки концентрированных промышленных сточных вод предприятий, расположенных в населенных пунктах. Избыточная биомасса от биореакторов может сбрасываться в канализационную сеть с очищенной сточной водой без превышения норм приема по взвешенным веществам, либо периодически вывозиться на сельскохозяйственные угодья как удобрение.

Средствами очистки сточных вод являются:

Сточные воды молокоперерабатывающих предприятий являются высококонцентрированными по органическим загрязнениям; они подвержены кислому брожению из-за наличия в них быстрометаболизируемой лактозы и медленно разлагаемого белка; сброс этих стоков без очистки приводит к непрерывному загрязнению водоемов. Следовательно, вопрос очистки сточных вод предприятий по переработке молока в настоящее время актуален.

Экономически эффективным и экологически приемлемым решением существующей проблемы может служить реакторная технология очистки концентрированных сточных вод, разрабатываемая в настоящий момент на кафедре водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета. Главной целью лабораторного эксперимента явился поиск максимально возможной для принятой конструкции био-реактора окислительной способности, так как этот параметр является определяющим при проектировании и в настоящее

время никем экспериментально не определен.

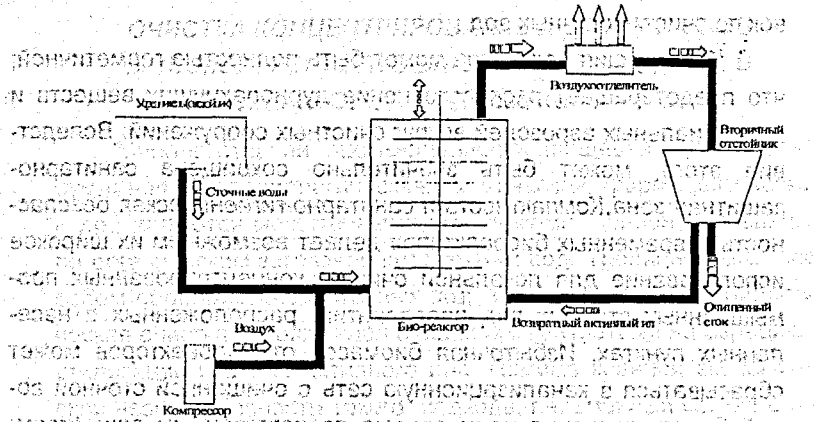


Рис. 1 Установка для очистки сточных вод "Био-реактор с водоуловителем и центральным аэрационным аппаратом"

Аппараты с интенсивным перемешиванием жидкой среды эффективны для осуществления многих технологических процес-

сов в том числе процессов взаимодействия жидкостей и суспензий с газами.

Технологическая схема этого процесса (Рис.1) может быть представлена следующим образом: установка состоит из участков биологической очистки и зоны отстаивания. Участок биологической очистки является сам реактор, это цилиндрическая емкость, днище которого может быть плоским, полусферическим, иметь форму усеченного конуса и т.п. В камеру помещён вертикальный шток с прикрепленными к нему (в зависимости от высоты аппарата) дырчатыми дисками и отверстиями. Сужения отверстий, а следовательно, и струи могут быть направлены вниз или вверх. Струи с нижнего диска направляют вниз, это необходимо для предотвращения образования осадка на дне реактора. Форма сечения отверстий не обязательно должна быть круглой.

Диаметр диска обычно не превышает диаметр камеры аппарата. Необходимо избегать установки дисков диаметром более 0,8 м, т.к. их трудно сделать достаточно жесткими при малой массе, данной разработке применены диски из пластика.

При подъеме пакет дырчатого дискового сооружения, образует отверстие-сопло, как при водовороте, что соответствует элементарной камере реактора. Объем реактора подъемной струи состоит из пространства реактора, в котором находится большое количество таких элементарных камер. Затопленные турбулентные струи, как известно, постепенно расширяются по мере удаления от места истечения и теряют скорость. Представленная технологическая схема показывает, что в сооружении осуществляется обычный аэробный процесс живой системы ила, который по сравнению с другими до сих пор известными системами, например аэротенком, обладают высокой биологической мощностью на маленьком пространстве.

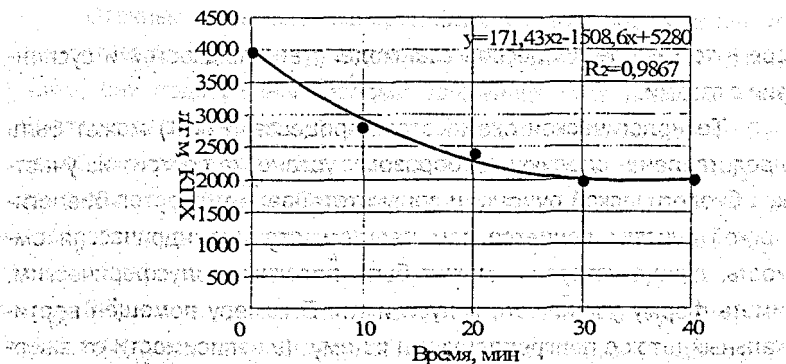


Рис.3 Зависимость значения ХПК от времени пребывания в реакторе и дозы активного ила, 4 мг/л.

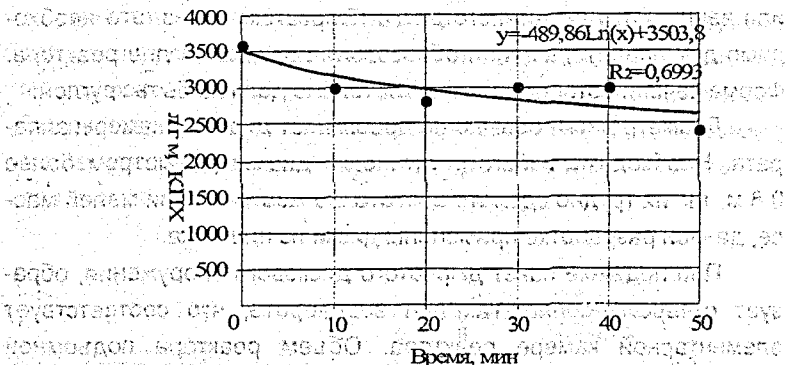


Рис.4 Зависимость значения ХПК от времени пребывания в реакторе и дозы активного ила 3 мг/л.

При анализе времени пребывания сточных вод в реакторе было выявлено, что наиболее активная очистка воды от загрязнений происходит в первые 15 минут. Эффект составил примерно 40%.

При контакте сточных вод с биоценозом (активным илом) в присутствии растворенного кислорода, являющемся акцептором, происходит распад и окисление загрязнений. Процесс очистки с помощью активного ила позволяет изъять большие количества органических загрязнений, однако фактором, лимитирующим

удельную мощность, является концентрация активного ила. С увеличением времени пребывания сточных вод в реакторе, концентрация микроорганизмов и доля переработанных трудноокисляемых загрязнений увеличивается.

При добавлении активного ила эффект увеличился еще на 12%, однако при увеличении количества активного ила процесс очистки замедляется.

Ускорение очистки сточных вод за счет повышения концентрации растворенного кислорода возможно лишь в условиях неполной биологической очистки.

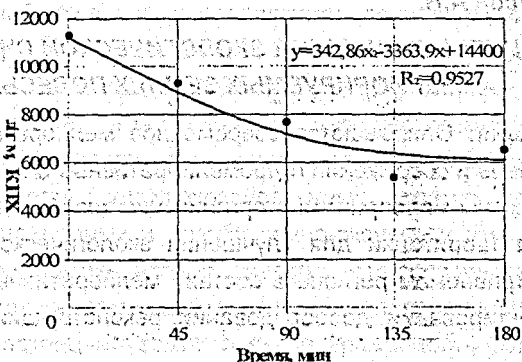


Рис. 5. Зависимость снижения значения ХПК от времени пребывания сточной воды при работе усреднитель - био-реактор - вторичный отстойник

Данная экспериментальная разработка требует более детального исследования в области обработки сточных вод, влияния различных внешних и внутренних факторов на качество очистки от загрязнений.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что предложенная технология может быть полезна в очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, при этом нет необходимости в высококвалифицированном персонале по обслуживанию установки, также можно избежать построения новых,

больших по площади и объему сооружений для очистки загрязненной воды в процессе технологического производства

Литература

1. Очистка сточных вод предприятий мясной и молокоперерабатывающей промышленности.-М.: ЦНИИЭТМясомолпром, 1978. 39 с.
2. Лесин А.Д. Вибрационные машины в химической технологии.-М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1968. 79 с.
3. Standart metods for the examination of water and wastewater. Fourteenth edition. Washington D.C., 1975. 1193 p.

Белорусов А.Н.

ПРИНЦИПЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПОЛЕСЬЯ

Аннотация: Описываются современное мелиоративное состояние земель и сооружений гидромелиоративных систем в Полесье. Предложены мероприятия и организация хозяйственного использования территории для улучшения экологической ситуации в рассматриваемом регионе в составе мелиоративных систем при их проектировании, дооборудовании, реконструкции и строительстве.

Ключевые слова: Освоение, урожайность, мелиоративная, экологически совершенная, система, состояние, экологическая ситуация, Полесье.

При освоении сельскохозяйственных земель Полесья не удалось обеспечить экологически равновесное сочетание широкомасштабной мелиорации и качественной природной среды.

Спрямление рек, лишение их пойм, понижение уровней воды либо полная ликвидация отдельных естественных озер, больших и малых водоемов, полная вырубка древесно-кустарниковой растительности на осваиваемых землях негативно отразились на вод-

Белорусов Анатолий Николаевич: Аспирант. Кафедра сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций БГТУ

ном режиме сопредельных территорий, состоянии природных комплексов, причинили моральный и хозяйственно-бытовой ущерб интересам живущего там населения. Не лучшим образом была продумана и очередность гидромелиоративных работ. Часто интенсивно мелиорировались земли, наиболее уязвимые от природы, и оставлялись, без всякого на то основания, "на потом" избыточно увлажненные старопахотные земельные угодья [1].

В настоящее время мелиоративное состояние земель и изношенность сооружений гидромелиоративных систем достигли критического уровня, служба эксплуатации не выполняет воспроизводственной функции, управляемость технологическими процессами утрачена, перспективы перехода агропромышленного комплекса к многоукладной экономике и сопряженные с ним более эффективные организационно - технические мероприятия в мелиоративной отрасли не ясны и научно не проработаны.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от множества природных и хозяйственно-экономических факторов. Необходимо отметить, что чем совершеннее способы ведения хозяйства, системы земледелия, тем рациональнее используется природный потенциал земли и выше урожайность сельхозкультур. Снижение урожайности в последние годы обусловлено, наряду с природными стихиями (ураганами, наводнениями), неудовлетворительным состоянием сооружений мелиоративных систем, значительным снижением количества вносимых удобрений, отсутствием эффективной системы агро- и культуртехнических мероприятий, которые требуют определенных эксплуатационных и сельскохозяйственных издержек. Проблема увеличения урожайности сельскохозяйственных культур не должна решаться как частная задача в отрыве от обеспечения надежности функционирования мелиоративных систем, внедрения ресурсосберегающих, природозащитных технологий, без мониторинга техниче-

ского состояния сооружений мелиоративных систем, компонентов природной среды.

Особую тревогу вызывает тенденция уменьшения в последние годы посевов трав на мелиорируемых землях в составе зерно-травяных севооборотов, способствующих сохранению и воспроизводству торфяников. Многолетние травы являются основным мелиорантом для ускоренного залужения сильноосмытых склонов, под их воздействием прекращаются эрозионные процессы и отлагаются приносимые водой полезные твердые наносы. Травы, выращиваемые в ложбинах и промоинах, благодаря повышению шероховатости, снижают скорость водного потока, скрепляют корнями почву и предотвращают размыв; они препятствуют размыву берегов, укрепляют откосы элементов гидрографической сети. Структура проектных севооборотов должна тесно увязываться с рациональным водным режимом, мощностью торфяного слоя, степенью его сработки, наличием в почве и состоянием органического вещества. Мелиорация избыточно увлажненных, закустаренных, закочкаренных кормовых угодий и повышение плодородия почв путем проведения известкования и внесения удобрений создает реальные возможности для интенсификации лугового кормопроизводства в Полесье. Интенсивное ведение лугопастбищного хозяйства предусматривает: создание высокопродуктивных травостоев укосного или пастбищного использования путем включения в состав травосмесей видов и сортов многолетних трав интенсивного типа с высокой потенциальной урожайностью и хорошим качеством корма, отличающихся повышенной отавностью после укосов и стравливаний и отзывчивостью на внесение минеральных удобрений и дополнительное увлажнение; интенсивный уровень применения минеральных удобрений с внесением на злаковых травостоях повышенных норм азота; многоукосное, 3...4-кратное, использование луговых травостоев, позволяющее создать на лугах травяной конвейер, обеспечивающий бесперебойное поступление кормов высокого каче-

ства при максимальных сборах питательных веществ с 1 га; внедрение современных технологий производства кормов из трав с минимальными потерями питательных веществ в процессе переработки сырья (приготовление сенажа, силоса с добавлением химических консервантов, прессованного сена и сена, досушиваемого активным вентилированием, обезвоженных травяных кормов); использование высокопроизводительной кормоуборочной и кормопроизводительной техники при производстве кормов из трав по прогрессивным технологиям; организацию рационального использования культурных пастбищ, обеспечивающего бесперебойное снабжение животных пастбищным кормом на протяжении всего летнего сезона.

В исследуемом регионе коренной способ улучшения природных кормовых угодий является основным, позволяющим создать крупные массивы луговых угодий с высококачественными травостоями, пригодными к механизированной уборке. При коренном улучшении проводится комплекс мероприятий, включающих регулирование водного режима путем проведения осушительных и оросительных мелиораций, культуртехнические работы, известкование почвы, заправку ее органическими и минеральными удобрениями, тщательную предпосевную обработку почвы и посев трав [2].

Для коренного преобразования природной среды на базе всестороннего и комплексного использования природных ресурсов (земельных, водных, растительных, рекреационных, животноводческих, звероводческих, охотничьих и др.) на больших площадях надлежит создать системы комплексного использования природных ресурсов (комплексные мелиоративные системы). При формировании подобных мелиоративных систем возможны совмещение использования мелиорированных земель для сельскохозяйственного производства и охотничьего хозяйства, организация прудового рыбного хозяйства как элемента мелиоративной

системы, создание зон рекреации в границах гидромелиоративных систем, водное благоустройство и мелиорация земель в зоне животноводческих комплексов, мелиоративное и лесохозяйственное устройство неудобных земель и др., а также рациональное и природоохранное сочетание перечисленных мероприятий. Возможные природоохранные мероприятия при создании мелиоративных систем включают орошение мелиорируемых и прилегающих к ним земель *разбавленными дренажными водами*; создание *лесных посадок и лесных полос* для поселения полезных птиц с целью активизации методов биологической борьбы с вредителями культурных растений и снижения доз и частоты применения ядохимикатов; *устройство водооборотных систем* для более полного использования водных ресурсов и предупреждения загрязнения малых рек *дренажным стоком*; создание переувлажненных *саморегулирующихся или управляемых экологических систем* на землях, не используемых в сельском хозяйстве (искусственное заболачивание) для болотных флоры и фауны; *проведение культуртехнических работ*, учитывающих облагораживание естественных и создание искусственных ландшафтов; *создание мест отдыха и любительского рыболовства* на крупных каналах; *организация и упорядочение дорожной сети* в природоохранных целях и др., а также обоснованное *сочетание перечисленных мероприятий*. При формировании систем с природоохранными мероприятиями часть затрат не окупается продукцией, получаемой с мелиорированной площади. Эта часть связана с сохранением живописных пейзажей, памятников природы, созданием посадок вблизи сооружений, с сохранением более чистой воды в каналах и малых реках (не имеющих рыбохозяйственного значения) и должна возмещаться за счёт средств госбюджета, выделяемых государством на природоохранные цели.

Наличие в Полесье больших площадей легких почв и осушенных торфяников способствует развитию ветровой эрозии. Для повышения плодородия пахотных почв необходимо, прежде все-

го, регулировать водный режим заболоченных массивов и широко применять противозрозионные мероприятия. Необходимо также внесение достаточного количества минеральных и органических удобрений.

Следует провести реконструкцию, переоборудование и восстановление недействующих мелиоративных систем, выполнить комплекс дополнительных мероприятий на всех мелиорируемых землях, обеспечивающих, в итоге, высокие, гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур. По результатам инвентаризации мелиоративных систем в Полесье выявлена необходимость эффективной организации поверхностного стока, перезалужения, строительства оградяющей сети, ремонта закрытого дренажа, реконструкции линейных и сетевых сооружений на 80 процентах мелиорируемой площади, рекультивации части мелиорируемых площадей; устройства полезащитных, ландшафтных, водоохраных полос, облесения территорий, культуртехнических и агромелиоративных мероприятий на неэффективно действующих системах. Часть мелиорированных площадей требует снятия с учета. Торфяники должны использоваться, в первую очередь, под посевы трав, что предотвратит их истощение, улучшит экологическую ситуацию в регионе.

Исходя из экологической ситуации в Полесье, экологически совершенными должны считаться такие мелиоративные системы, в которых развита инфраструктура, реализованы защитные мероприятия, обеспечивающие охрану природных компонентов и экономически обеспеченный уровень комфорта жизни сельских жителей. Инфраструктура, способствующая формированию экологически совершенной мелиоративной системы, образуется при условии интеграции отдельных природоохранных мероприятий, сохраняющих природные компоненты или препятствующих их деградации. Компоновка отдельных участков в проекте мелиорации земель определяется, прежде всего, местными условиями [3] и

объективно придает индивидуальный характер решению вопроса организации хозяйственного использования мелиорируемых территорий.

Литература

1. Лукашик П.И. История мелиорации земель Брестчины. – Брест: облтипография, 1998. – 180 с. – Библиогр.: с. 177.
 2. Использование мелиорированных земель: Справ. пособие / Сост. В.И.Камасин; Под ред. С.Г. Скоропанова. – Мн.: Ураджай, 1986. – Библиогр.: с. 223.
 3. Мелиорация: Энцикл. справочник / [Редкол.: И.П. Шамякин (гл. ред.) и др.; Под общ. ред. А.И. Мурашко]. – Минск: Белорус. Сов. Энцикл., 1984. – 567 с. – Библиогр.: с. 557 – 564.
- Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилинь В.Ю.**

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ И ОБОСНОВАНИЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО ПЕРИОДА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ

Аннотация: Приводятся материалы исследований пространственно – временной изменчивости атмосферных осадков на территории Беларуси. Предлагается необходимая оптимизация гидрометеорологической сети в зависимости от однородности пространственного хода коэффициентов вариации (C_V) важнейшего метеозлемента – атмосферных осадков. По результатам исследований цикличности колебаний рядов атмосферных осадков предлагается их репрезентативный период, обеспечивающий ка-

-
- Валуев Владимир Егорович.** Профессор, кандидат технических наук. Кафедра сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций БГТУ.
Волчек Александр Александрович. Доцент, кандидат географических наук. Кафедра сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций БГТУ.
Мешик Олег Павлович. Старший преподаватель, Кафедра сельскохозяйственных и гидротехнических мелиораций БГТУ.
Цилинь Валерий Юозефович. Старший преподаватель кафедры инженерной экологии и химии. Начальник информационно-вычислительного центра БГТУ.

обеспечивается оптимальное решение инженерно-экологических задач.

Ключевые слова: Пространственно-временная, изменчивость, плотность, сеть, цикличность, репрезентативный, период.

Наиболее точные сведения о пространственно-временном распределении величин атмосферных осадков на территории Беларуси можно получить, обеспечив оптимальную плотность метеорологической сети, непрерывность наблюдений и достаточные, с точки зрения практического использования, ряды наблюдений. Поэтому, назначение расстояний между метеостанциями, в принципе, должно осуществляться с обязательным учетом комплекса физико-географических и экономических факторов. Как правило, имеющее место разнообразие физико-географических условий предполагает увеличение плотности осадкомерной сети, а экономические факторы накладывают ограничения на ее гущение, что связано с низкими финансовыми возможностями государства. По данным А.Г.Булавко [1], средняя плотность осадкомерной сети в Беларуси составляет 1,1 пункта на 1000км². Данный показатель, сам по себе, не дает ответа на вопрос о достаточной фактической плотности метеосети. Хотя, установлено, что при расстояниях между метеопунктами свыше 20...25 километров данные о количествах атмосферных осадков становятся независимыми и оценка, например, урожаев сельхозкультур для административного района по осадкам становится проблематичной. В качестве критерия оценки оптимального расстояния между метеопунктами, для получения достоверных сведений об атмосферных осадках в любой независимой географической точке, может служить, коэффициент пространственно-временной изменчивости (C_V). Для этого необходим комплексный анализ величин изменчивости атмосферных осадков и закономерностей годового хода коэффициентов вариации. В работе [1] не установлена никакая-либо закономерность годового хода (C_V), как и зависимость величин (C_V) от особенностей района, не отмечено также явное

снижение (C_V) с увеличением плотности сети. Нами комплексно исследованы величины (C_V) на предмет оценки их однородности в зависимости от расстояния между пунктами осадкомерной сети [2]. В связи с этим, получены частные зависимости $C_V=f(\rho_h)$, где величина (C_V) представляет собой средний коэффициент вариации годовой нормы атмосферных осадков, определенный для ряда пунктов исследуемой территории, входящих в градацию расстояний (ρ); с шагом: $h=5; 10; 20; 30; 40; 50$ километров. Эти зависимости нелинейные и аппроксимируются функцией степенного полинома ($n=2...5$) вида

$$C_V = \sum_{j=0}^n \alpha_j \cdot \rho_h^j \quad (1)$$

где α_j - коэффициенты частного уравнения регрессии;
 n - показатель степени полинома.

Результаты расчетов показывают, что наиболее тесная связь типа $C_V=f(\rho_h)$ наблюдается при определении величин (C_V) для градаций расстояний - $\rho_h=20$ км. Эта зависимость описывается с заданной точностью, имея степень полинома $n=2$, что выгодно отличает ее от аналогичных зависимостей при других значениях шага расстояний - (h). Степень скоррелированности величин, входящих в уравнение (1) - $r=0,93...0,99$, которая, наименьшая для января и мая ($r_1=0,93$; $r_5=0,94$), наибольшая - для апреля и декабря ($r_{4,12}=0,99$). Можно предположить, что 20 - километровое расстояние между метеопунктами - оптимально, т.к. пространственный ход по территории Беларуси средней величины (C_V) - однородный. Имеют место, примерно равные, но низкие значения (C_V). При шаге расстояний- $h \neq 20$ км, наблюдаются гармонические колебания коэффициентов вариации в пространстве. В связи с этим, мы рекомендуем, при установлении расстояний между метеорологическими станциями и постами, руководствоваться не только физико-географическими и экономическими факторами, но и результатами подобной оценки однородности пространственно-

едко в научной литературе упоминание о влиянии неоднородности годового хода величин (C_V). При расстоянии между метеопунктами в 20 километров, плотность метеорологической сети на территории Беларуси может возрасти до 2,5 пунктов на 1000 км².

Выполненный нами анализ осадкоформирующих факторов и традиционные оценки их изменчивости указывают на большую сложность процесса получения устойчивых средних величин (норм) атмосферных осадков на основе экспериментальных данных за различные интервалы времени и для любого пункта Беларуси. При выборе расчетного периода, с целью получения основной статистической характеристики – нормы атмосферных осадков, принципиальными являются следующие условия: однородность методик наблюдений и внесения поправок к исследуемым характеристикам; оптимальная длина периода, который должен укладываться в один из полных циклов колебаний атмосферных осадков, где присутствуют сухие и влажные годы.

Исследования рядов атмосферных осадков показали их безусловную неоднородность. В 1951 году дождемеры с защитой Нифера массово заменены осадкомерами Третьякова, обеспечившими снижение ошибок, связанных с недоучетом осадков. С 1965 года внедрена улучшенная методика наблюдений и исправлений экспериментальных величин, за счет расширения видов недоучета атмосферных осадков приборами, породившая, в свою очередь, проблему их сопоставимости с данными предыдущих замеров. Для ряда метеопунктов Беларуси начало наблюдений относится к 1891 году, однако войны 1914, 1941...1945 годов, и связанные с ними технические проблемы регистрации, обработки и сохранения информации по осадкам, вызвали большие пропуски в рядах наблюдений. Лишь с 1945 года наблюдения ведутся без пропусков. Цикличность колебаний атмосферных осадков исследовалась многими авторами, которые установили вековые, внутривековые (14...15, 2...3, 9...10, 12...13, 4...5 - летние) их циклы. На рисунках 1-4 представлены результаты исследования цик-

личности атмосферных осадков по ряду пунктов Беларуси в виде интегральных разностей и кривых скользящих средних. При этом использовались 37-летние ряды (1945...1981 годы).

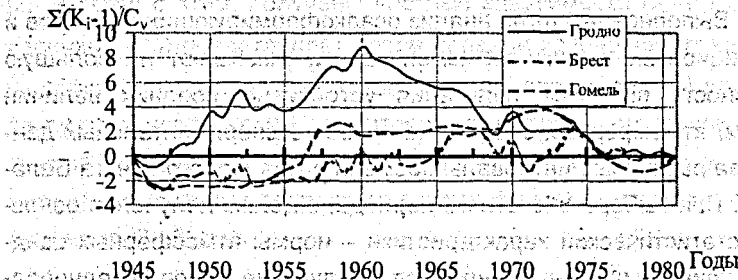


Рис. 1 - Разностные интегральные кривые годовых сумм атмосферных осадков для метеопунктов центральной и северо-восточной частей Беларуси.

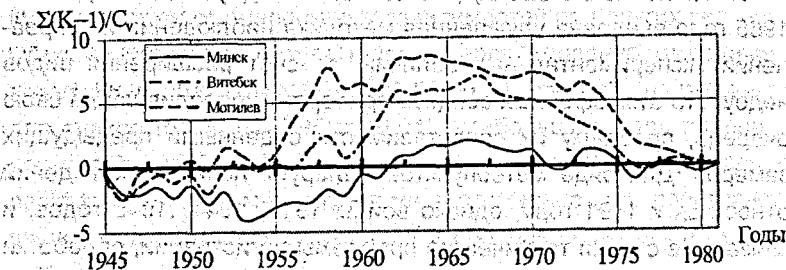


Рис. 2 - Разностные интегральные кривые годовых сумм атмосферных осадков для метеопунктов южной и юго-западной частей Беларуси.

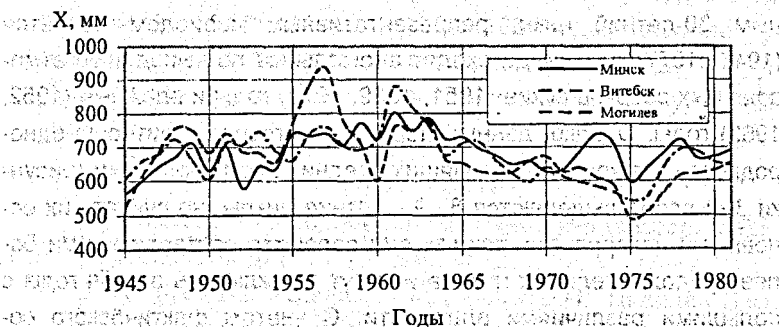


Рис. 3 - Кривые скользящих средних 3-х летних сумм атмосферных осадков для метеопунктов центральной и северо - восточной частей Беларуси.

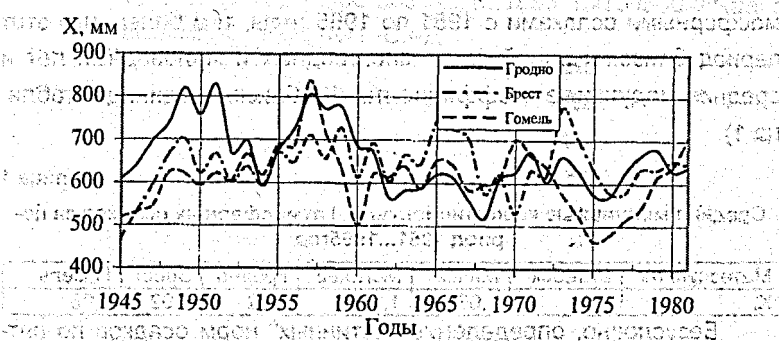


Рис. 4 - Кривые скользящих средних 3-х летних сумм атмосферных осадков для метеопунктов южной и юго-западной частей Беларуси.

Анализ цикличности выпадения атмосферных осадков, по материалам репрезентативных пунктов Беларуси (рисунки 1-4) не позволил выявить строгой периодичности в рядах исследуемых величин. На фоне долгопериодических колебаний выделяются 2...3, 4...5, 8...9, 30 - летние циклы, которые, в свою очередь, не имеют закономерностей пространственного распределения.

Анализ разностных интегральных кривых (рисунки 1-2) позволяет выделить 2...3, 9, 30 - летние циклы. Если считать основным 30-летний цикл, репрезентативным периодом является (1947...1977 годы), куда входят аномальные по выпадению атмосферных осадков сухие (1951, 1959, 1976) годы и влажные (1952, 1962) годы. Однако, данный период не отвечает критерию однородности. На кривых скользящих средних 3-х летних сумм (рисунки 3-4) особо выделяются 8...9 - летние циклы, но считать их основными некорректно, так как они являются составляющими более продолжительных циклов и могут не включать в себя годы с большими различиями влажности. С учетом фактического состояния осадкомерной сети и материалов теоретических разработок различных авторов, в качестве расчетного (репрезентативного) повсеместно может быть принят период наблюдений за атмосферными осадками с 1951 по 1965 годы, тем более, что этот период близок к одной фазе многоводных и маловодных лет и средние модульные коэффициенты (K_i) близки к единице (таблица 1).

Таблица 1
Средние модульные коэффициенты (K_i) атмосферных осадков за период 1951...1965годы

Метеопункты	Витебск	Минск	Могилев	Гродно	Брест	Гомель
K_i	1,08	1,03	1,09	1,02	1,02	1,06

Безусловно, определение "истинных" норм осадков по пятнадцатилетнему ряду (1951... 1965 годы) будет некорректным. Как показывает наш опыт, решение частных инженерно - экологических задач, не требующих суперточности конечных результатов, например, исследование колебаний атмосферных осадков на синхронность - возможно осуществлять по установленному репрезентативному периоду. Особенно это относится к привлечению в исследования методов картографирования. Говорить о точности карты невозможно, когда она будет построена лишь по данным длиннорядных метеостанций (около 20 на всей территории Беларуси, ряды которых "условно" отвечают критерию одно-

родности). Установленный репрезентативный период наблюдений за атмосферными осадками (1951...1965 годы) позволяет фактически привлечь к прикладным исследованиям данные 124 пунктов Беларуси без существенного снижения точности результатов расчетов.

Литература

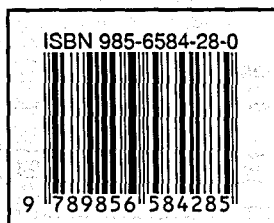
1. Булавко А.Г. Водный баланс речных водосборов.-Л.: Гидрометеойздат, 1971.-304с.
2. Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю. Исследование и моделирование процесса формирования атмосферных осадков на территории Беларуси.- Брестский политехнический институт: Брест, 1995.-62с.-Деп. в институте "Белинформпрогноз" 12.12.1995, №199560 // Чалавек і эканоміка.- 1996.-№1.-С.47.

Научное издание

**Новое в экологии и безопасности
жизнедеятельности.**

**Материалы областной научно-технической
конференции.**

Ответственный за выпуск: Строкач П.П.
Редактор: Строкач Т.В.
Компьютерный набор: Снитко С.В.
Верстка: Романчук А.С.
Технический редактор: Никитчик А.Д.



Издательство Брестского государственного технического университета.

Лицензия ЛВ № 382 от 1.09.2000 г.

Подписано к печати 24.05.2001 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка». Гарнитура Arial. Усл. п. л. 11,0. Уч. изд. л. 11,8. Тираж 120 экз. Заказ № 286. Бесплатно. Отпечатано на ризографе Брестского государственного технического университета. 224017, Брест, ул. Московская, 267.