

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Международной научно-практической конференции

**«Наследие В.И. Вернадского
и современные проблемы экологии»**

г. Казань, 22 апреля 2024 г.

**Казань
2024**

УДК 378; 504.06
ББК 20.1
С23

С23 Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии» (г. Казань, 22 апреля 2024 г.). – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – 396 с.

ISBN 978-5-7829-0603-0

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Главный редактор

Доктор химических наук, профессор **В.Ф. Строганов**

Заместитель главного редактора

Старший преподаватель **И.И. Антонова**

Редакционная коллегия

Каримуллина Д.И., инженер кафедры химии и инженерной экологии
в строительстве

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции на тему экологического воспитания студентов, его месте в системе высшего образования, а также результаты научно-исследовательских работ студентов и магистрантов в области рационального природопользования, разработки экологически безопасных материалов и охраны окружающей среды.

УДК 378; 504.06
ББК 20.1

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2024

ISBN

© Коллектив авторов, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО ОБ ЭВОЛЮЦИИ МИРА, МЕТОДИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ВОПЛОЩЕНИЕ ЕГО ИДЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ

Мазуров Ю.Л. Владимир Иванович Вернадский и его педагогическое наследие.....	8
Кириллов С.Н., Мурзин-Гундоров В.В. Значение наследия В.И.Вернадского для рационального природопользования.....	21
Глухова Е.В. Освещение основных экологических проблем современности в СМИ в рамках дисциплины «Экология» по направлению «Журналистика».....	27
Девисилов В.А., Титов Е.В. Урбоэкология как содержательная основа междисциплинарного взаимодействия для устойчивого развития городских территорий.....	31
Кириллова Л.Г., Строганов В.Ф., Каримуллина Д.И. Основные принципы программного обеспечения экологических проектов.....	39
Антонова И.И., Каримуллина Д.И., Юдина А.П., Вдовина К.Е. Экологическое воспитание и образование в высших учебных заведениях.	43
Шарафутдинова А.В., Хамидуллина З.Н., Колниболотчук Д.А. Экомаркетинг как инструмент экологического просвещения.....	50
Сытина Т.Ф., Шлемпа О.А. Формирование экологической гражданственности через ретроспективу взглядов народного поэта Чувашии Я. Ухсая.....	57

Раздел 2. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мухаметшина Р.М., Ялалова Д.Р. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами.....	64
Нурмехамитова В.А, Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А. Выбор предикторов нейросетевых моделей для расчета парникового газа диоксида углерода.....	70
Палкина В.Ю., Осипова В.Ю. Аварийные разливы нефти и методы ликвидации нефтяных загрязнений.....	77
Платонова М.С. Прекурсоры формирования диоксинов при термическом воздействии.....	83

Фролов Н.П., Девисилов В.А. Моделирование сепарации механических частиц в гидродинамическом фильтре при очистке воды.....	88
Каминский Э.В., Антонова И.И., Каримуллина Д.И. Повышение экологичности технологии производства лакокрасочных материалов...	99
Филина Н.А., Скорикова Л.А., Тарасова И.С. Оценка профессиональных рисков в строительной организации.....	106
Копысова Ю.В., Антонова И.И., Вдовина К.Е. Экологическая проблема иловых полей.....	116
Шарафутдинова А.В., Нигматуллин Р.И., Сулайманов К.А. Анализ качества водных объектов и мероприятия по их сохранению.....	121
Строганов В.Ф., Шивырталов А.В. Экологичность технологий получения изделий методом пултрузии.....	127
Строганов В.Ф., Мингазов Д.Р., Строганов И.А. Снижение горючести полимерных материалов и изделий на их основе – одна из задач экологии окружающей среды.....	131

Раздел 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И «ЗЕЛЕНАЯ» АРХИТЕКТУРА ЖИЛОЙ ЗОНЫ

Шарафутдинова А.В., Денисова Е.С. Зелёное строительство в России...	142
Хамитова А.А., Габдрахманова Г.Н. Системы обеспечения пожарной безопасности малоэтажных многоквартирных домов.....	147

Раздел 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Ащеулова М.С., Мальцева С.А. Разработка технологической схемы биохимической очистки сточных вод химического предприятия.....	153
Валеев А.М., Гумерова Г.И. Система абсорбционной очистки дымовых газов тепловой электростанции от оксидов азота и углерода.....	158
Водянчук К.В., Галимова А.Р. Оценка качества воды оз. Комсомольское.....	164
Гумеров Т.Ю., Клинцева А.К., Строганов В.Ф., Антонова И.И. Оценивание риска питьевой воды по показателям ольфакторно-рефлекторного воздействия.....	169
Ильченко П.А., Шавалеева С.М. Система очистки промывных вод технологии меднения печатных плат.....	178
Осинин М.С. Регенерация коагулянтов из осадков коагуляции поверхностных вод.....	182

Осинин М.С. Коагулянты из осадков станций обезжелезивания.....	186
Поплавская О.Е., Галимова А.Р. Оценка уровня загрязненности Волги.	190
Радченко Е.С., Мальцева С.А. Техничко-экономическое обоснование использования системы обезвоживания осадков сточных вод.....	196
Рябова В.Д., Черезова Е.Н. Влияние природных полимерных модификаторов на свойства биоразлагаемых полимерных пленок на основе декстрина.....	201
Сагадиева А.Р., Галимова А.Р. Оценка качества поверхностных вод реки Казанки.....	206
Селедкина В.А., Галимова А.Р. Оценка уровня загрязненности озера Нижний Кабан в городе Казани.....	212
Тунакова Ю.А., Габдрахманова Г.Н., Валиев В.С. Оценка сорбционных характеристик природного цеолита.....	218
Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Оценка удерживания металлов в организме жителя мегаполиса при техногенном поступлении.....	223
Пилипенко М.В. Сорбционные материалы из отработанных ионообменных смол для очистки сточных вод от красителей.....	228
Пилипенко М.В. Использование озона для очистки сточных вод от красителей: модельные и реальные сточные воды.....	232
Акчурина А.Р., Галимова А.Р. Система очистки выбросов теплоэлектростанции от оксида углерода.....	237

Раздел 5. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Амосов П.Н., Сладкова Н.А., Бабурина Н.А., Великосельская Е.С. Видовой состав и динамика численности птиц на объекте обращения с отходами.....	242
Анисимов А.С., Каурова З.Г. Изучение сообщества мезозоопланктона озера Вельё и озера Пестовское Национального парка «Валдайский».....	249
Антонюк А.В., Антонюк Л.В. Опыт природообустройства селитебных территорий крупнейших мегаполисов мира.....	253
Вологодина С.Е., Мкртчян М.Э. Веслоногие ракообразные восточной части финского залива.....	262
Доценко Т.Ю., Салова М.С. Определение количества микропластика, найденного в <i>Osmerus eperlanus</i> и <i>Coregonus albula</i> , выловленных в Ладожском озере.....	267

Карякина А.П., Каурова З.Г. Содержание микропластика в воде малых озерах селитебной зоны национального парка «Валдайский».....	274
Каурова З.Г. Оценка пылеулавливающих возможностей различных представителей дендрофлоры на примере зеленых насаждений Московского района г. Санкт-Петербурга.....	278
Площенко Е.В., Кныш И.В. Влияние минеральных удобрений на качественные показатели почвы.....	286
Шакиров С.Р., Александров В.В. Ветеринарно-гигиеническое обоснование разведения насекомых на кормовые цели.....	291
Вдовина К.Е., Каурова З.Г. Изменение мезофауны при различном антропогенном воздействии на почвы.....	297

*Раздел 6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ
(ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ, ФУНГИЦИДНЫЕ, ЗАЩИТНЫЕ: УФ, ЭМИ,
РАДОНА)*

Снигирева А.А., Бородина Е.А. Исследование свойств алкидно-уретановых лаков.....	306
Строганов В.Ф., Массарова Г.И. Экологичные водоразбавляемые и водорастворимые эпоксидные композиции для полимерных технологий «зеленой» химии.....	310

*Раздел 7. УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВЫХ И
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ*

Шарафутдинова А.В., Асылгараева Л.Н. Утилизация иловых осадков сточных вод.....	320
Валеева А.Р., Готлиб Е.М., Гимранова А.Р., Галимов Э.Р. Наполнитель эпоксидных материалов на основе металлургического шлака.....	324
Закирова А.М., Осипова В.Ю. Использование вторичных ресурсов в строительстве и при благоустройстве территорий.....	332
Комаров М.А. Гипсовое вяжущее на основе синтетического гипса, полученного из осадка коагуляции поверхностных вод и отработанной серной кислоты.....	337
Юсупова А.А., Антонова И.И. Рекультивация свалок твёрдых бытовых отходов.....	342
Хо Хак Нгок, Рахматуллина А.П. Получение экологичного природного наполнителя – наноцеллюлозы из бамбука.....	346

Строганов В.Ф., Массарова Г.И., Строганов И.А. Утилизация отходов лакокрасочных материалов.....	353
Строганов В.Ф., Кабирова А.Р., Шакирзянов И.Ф. Воздействие на окружающую среду адгезивов при их получении и применении.....	358

Раздел 8. ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ: ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бускина Д.А., Шавалеева С.М. Система очистки сточных вод предприятия молочной промышленности с использованием технологии сбора жиров и частиц молочной сыворотки для дальнейшей переработки.	364
Мальцева А.Д., Антонова И.И., Каримуллина Д.И. Особенности и перспективы альтернативной энергетики.....	370

Раздел 9. ЭКОЛОГИЯ В ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОМ КОМПЛЕКСЕ

Пастушков В.А. Применение ветрогенераторов вертикального типа для электроснабжения участка автомобильной дороги.....	380
Тухфатуллина З.И., Мухаметшина Р.М. Система защиты от шумового воздействия на человека вблизи автомагистрали.....	386
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	392

*Раздел 1. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО ОБ ЭВОЛЮЦИИ
МИРА, МЕТОДИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ВОПЛОЩЕНИЕ ЕГО ИДЕЙ В
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ*

УДК 37; 502 / 504; 574

**ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ И ЕГО ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
НАСЛЕДИЕ**

*Мазуров Юрий Львович, д-р геогр. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», г. Москва, e-mail: jmazurov@yandex.ru*

***Аннотация.** В статье дается обоснование выделения в творческом наследии В.И. Вернадского его педагогической составляющей. Формулируются критерии выделения педагогического наследия (ПН), излагаются представления о составе ПН великого ученого, его значении для сферы образования. Предлагаются основные направления продвижения ПН Вернадского с целью его мемориализации в интересах развития.*

***Ключевые слова:** педагогическое наследие и его критерии, педагогическое наследие Вернадского, концепция ноосферы, экологическая культура.*

VLADIMIRVERNADSKYANDHISPEDAGOGICALHERITAGE

Mazurov Yu.L.

Lomonosov Moscow State University, Moscow

***Annotation.** The article provides a rationale for highlighting pedagogical component in V.I. Vernadsky's creative heritage. The criteria for identifying the pedagogical heritage (PH) are formulated, as well as ideas about the composition of the PH of the great scientist and its significance for the field of education are*

outlined. The main directions for promoting Vernadsky's PH are proposed for the purpose of its memorialization and in the interests of development.

Key words: *pedagogical heritage and its criteria, pedagogical heritage of Vernadsky, concept of the noosphere, ecological culture.*

Введение

Осмысление событий, связанных с празднованием в 2023-м году 160-летней годовщины со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского, приводит к закономерному выводу о феноменальной востребованности идей этого великого русского ученого. Одни идеи живут в конкретных делах, частично реализованных уже при жизни Вернадского или воплощаемых в жизнь в наше время. Другие еще ждут своего часа. А все вместе они образуют феномен **наследия** нашего великого соотечественника. Именно так называют в последние годы совокупность идей и других его творческих достижений, полагая, что *феномен наследия* (документального, культурного, нематериального культурного, духовного и т.п.) – это «особо ценное общественное явление, сопровождающее развитие цивилизации в виду его объективной востребованности в социуме» [8, с. 8].

Говоря о наследии В.И. Вернадского, чаще всего используют органичный для этого случая эпитет «научное». И это справедливо по отношению к научным идеям и другим академическим достижениям ученого, поскольку именно они являют собой главный результат его жизни. Однако в виду того, что личность Вернадского и его выдающиеся деяния на многих сопредельных с наукой поприщах не вписываются только в академические рамки, принято также говорить о его «творческом наследии» [1; 6; 7 и др.]. Ректор МГУ академик В.А. Садовничий применительно к рассматриваемому феномену говорит также об «интеллектуальном наследии» Вернадского [12, с. 116].

Несравнимо реже в вернадоведении (в самом широком толковании этого понятия) упоминается феномен педагогического наследия В.И. Вернадского [3, с. 106], что, по нашему мнению, объясняется как недооценкой этого феномена, так и его слабой востребованностью в социуме до самого недавнего

времени. Отмеченное обстоятельство представляет из себя явный парадокс, ведь значительная часть его жизни непосредственно была связана с высшим образованием. Только в Московском университете он проработал 20 (!) лет, работая преподавателем, непосредственно общаясь с учащимися и ставшим по отношению к ним их наставником. В списке его трудов – целый ряд публикаций по вопросам образования [4 и др.]. Осознание этих непреложных фактов вызывает к необходимости не только подтверждать наличие феномена педагогического наследия В.И. Вернадского как объективной реальности, но и ставить вопрос о его интерпретации, что и является целью настоящей публикации.

Педагогическое наследие и его критерии

Термин «педагогическое наследие» мы понимаем как *«совокупность ценных педагогических идей прошлого, важных для целей образования в настоящем и будущем»* [9, с. 113]. Из приведенной формулировки следует, что педагогическое наследие – это атрибут не только собственно профессиональных педагогов, но и всех тех, кто так или иначе, прямо или опосредованно вовлекается в педагогическую деятельность, в сферу образования. Педагогическое наследие, таким образом, может быть результатом деятельности выдающихся деятелей науки и культуры, оказавших значительное воспитательное влияние на население соответствующих стран и народов. Практически во всякой суверенной культуре мы можем назвать выдающихся творческих деятелей, оставивших после себя бесценное духовное наследие и ставших абсолютными авторитетами для своих народов, их учителями и наставниками. Очевидно, что В.И. Вернадский – один из них. И не только для России.

В приведенной выше формулировке в пояснениях нуждаются два понятия: образование и педагогические идеи. Под *образованием*, в соответствии с утвердившейся традицией мы понимаем систему формирования общей и профессиональной культуры населения, включающей в себя такие традиционные инструменты как обучение, просвещение и воспитание. Понятие *«педагогические идеи»* мы трактуем как научно обоснованные принципиальные

положения о закономерностях, принципах, методах и формах обучения и воспитания человека¹.

Несомненно, что педагогическое наследие – это не любая совокупность идей и фактов, имеющих какое-то отношение к сфере педагогики, а достаточно целостная система артефактов нематериального культурного наследия, соответствующая ряду логически доказуемых критериев. Важнейшими из них нам видятся следующие: причастность к сфере педагогики; признанность ценности; востребованность в социуме; воспитательная ценность. Далее эти критерии рассматриваются по отношению к педагогическому наследию ученого.

Педагогическое наследие Вернадского

О творческом наследии В.И. Вернадского с полным основанием можно сказать, что оно велико и многообразно. И в этом удивительном многообразии важное место, наряду с прочими, занимает и педагогическое наследие великого ученого и гражданина, представленное в следующих основных проявлениях:

- публичные выступления в различных аудиториях и публикации по вопросам образования как собственно научные, т.е. имеющие исследовательский характер, так и общественно-политические (публицистические), т.е. обращенные к аудитории и за пределами собственно академической сферы;

- традиционные по форме, но инновационные по своей сути научные публикации по актуальным вопросам, имеющим особое воспитательное значение как для современников, так и для последующих поколений. К числу таковых следует отнести, прежде всего, работы Вернадского по ноосфере;

- иные научные работы ученого, «воспитательная сила» (*К.Д. Ушинский*) которых заключалась как в самом факте обращения к соответствующей тематике (радий, естественные производительные силы России, а затем

¹Источник (частично): Бордовская Н.В. ПЕДАГОГИКА // Большая российская энциклопедия. Электронная версия. – 2017. – <https://old.bigenc.ru/education/text/2708611?ysclid=lu8839w62w48864581> (дата обращения: 26.03.2024).

Украины и Крыма и др.), так и в предельно ответственном отношении к проводимым исследованиям;

– события долгой и насыщенной жизни Вернадского с полным на то основанием также можно отнести к его педагогическому наследию, поскольку их осмысление с рассматриваемых позиций позволяет увидеть в них множество ценных педагогических идей для теории и практики воспитания патриотизма, гуманизма и социальной ответственности.

Далее, в соответствии с логикой предпринимаемого исследования, кратко рассмотрим названную выше совокупность проявлений наследия Вернадского на предмет её соответствия категории педагогического наследия по четырём сформулированным ранее критериям.

Причастность к сфере педагогики. Вот основные аргументы на этот счёт: многолетняя работа Вернадского в сфере высшего образования; его обширные познания с области образования в России и в зарубежных странах, основанные на его богатом опыте преподавания в самых различных аудиториях в России и в зарубежных странах; глубокое понимание проблем современного образования, что нашло отражение в целом ряде его публикаций. Особо следует отметить такой современный факт: на 11-м съезде Российского союза ректоров в 2018 году был одобрен проект программы общегосударственного уровня «Вернадский», направленной, в числе прочего, и на развитие в стране педагогического образования. Проект был поддержан президентом страны В.В. Путиным. Как отмечал ректор МГУ В.А. Садовничий *«Программа «Вернадский» направлена на опережающую многопрофильную подготовку междисциплинарных кадров для обеспечения социально-экономических потребностей регионов...»* [13, с. 236]. В истории нашей страны немало выдающихся личностей, связанных с педагогикой и высшим образованием, но эта программа, которую напрямую связывают с решением актуальных проблем ускорения модернизации в России, вполне закономерно получила имя нашего великого соотечественника, оставившего после себя не только научное, но и педагогическое наследие.

Признанность ценности. Непосредственным признанием высокой значимости педагогического наследия Вернадского в нашей стране следует считать присвоение его имени целому ряду образовательных и просветительских учреждений (Институт геохимии и аналитической химии РАН, Крымский федеральный университет в Симферополе, Государственный геологический музей РАН и т.д.). При жизни он был членом Всероссийской лиги просвещения, членом Русского общества распространения естественно-научного образования и других общественных структур сферы образования. Сейчас его имя носит российский Неправительственный экологический фонд – одна из ведущих в стране структур по развитию экологического образования. Убедительным аргументом признания выдающихся заслуг В.И. Вернадского стало присуждение ему Сталинской премии в 1943 году. Имя этого русского ученого, как и ранее, хорошо известно и за рубежом. Так, в 2013 году празднование его юбилея было включено в календарь знаменательных дат ЮНЕСКО.

Востребованность в социуме. В.И. Вернадский был феноменально востребован при жизни во всех своих проявлениях, в том числе – и как выдающийся деятель сферы образования России и не только. По приглашению президента Сорбонны, он в течение нескольких лет читал лекции, сочетая их с работой в парижском Музее естественной истории и Институте Кюри. В тот же период в Париже вышел фундаментальный труд Вернадского «Геохимия». Ему довелось также успешно работать и в университетах Англии и Германии. Помимо чтения лекций он много работал со своими учениками, которые со временем стали известными профессорами ведущих вузов страны. Его ученики возглавляли такие известные учреждения как Минералогический музей Академии наук, Институт прикладной минералогии, Научный институт по удобрениям; работали в Комиссии по изучению производительных сил России, Биохимической лаборатории, Радиевом институте. Одним из самых убедительных аргументов в пользу востребованности наследия Вернадского является представленность его идей во множестве учебных изданий по курсам геохимии,

а также по геологии, почвоведению, биогеохимии, истории науки и другим дисциплинам.

Воспитательная ценность. В.И. Вернадский глубоко чтит своих университетских преподавателей, считал себя учеником Докучаева, Менделеева, Фаминцына, Глазенапа, Иностранцева, Бекетова, Меншуткина, Костычева, Воейкова, Фандерфлита, Петрушевского, Богданова, Вагнера. Ценил их как ученых и за их личные качества. *«Всё моё университетское прошлое, – писал он, – оказало решающее влияние на мою жизнь»*. Очевидна непреходящая ценность этого заключения как для студентов, так и для всех, кто связан с высшим образованием. Мощной воспитательной силой пронизаны и многие конкретные эпизоды его жизни, которые характеризуют его как мудрого, ответственного, но при этом смелого и решительного человека. Это ли не ценнейший императив для современного студенчества? На особую воспитательную ценность наследия великого ученого и гражданина обращает внимание и академик В.А. Садовничий. *«Я думаю, – пишет ректор МГУ, – что из всего интеллектуального наследия Вернадского особую значимость для нас сегодня имеет ... идея исторического оптимизма, основанная на вере в силу разума»* [12, с. 116].

Изложенное выше убедительно демонстрирует соответствие артефактов выявленного духовного наследия Вернадского всем предложенным ранее критериям категории педагогического наследия, что и требовалось доказать.

Идея исторического оптимизма в наследии Вернадского

«Идея исторического оптимизма, основанная на вере в силу разума», пронизывает практически всё творчество великого ученого. Но в наиболее явной форме она нашла отражение в ноосферной концепции Вернадского – фактическом финале и своеобразном итоге его творческой жизни, своего рода его духовном завещании. Это удивительное творение, несмотря на множество препон, не осталось незамеченным в мировом социуме. Какое-то время эта концепция была под спудом безотлагательных проблем возвращения к

нормальной жизни стран и народов планеты после военного лихолетья. Однако уже в 1964 году она напомнила о себе в феноменальном труде советского географа Д.Л. Арманды «Нам и внукам» [2], в котором была представлена его концепция **разумного** (в дальнейшем латинизировавшейся в «рациональное») природопользования, ставшая в скором времени одной из идейных основ зарождавшейся современной национальной экологической политики в нашей стране.

А спустя еще 23 года мир узнал о появлении исходившей из ООН парадигмы общепримирительного и справедливого жизнеустройства под названием «концепция устойчивого развития» (КУР), идентичной в основных своих принципиальных положениях концепции разумного природопользования Арманды, а, следовательно, и ноосферной концепции Вернадского. Однако в изначальном источнике КУР – обширном докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [10] каких-либо ссылок на интеллектуальное наследие названных русских ученых попросту нет. Нет их и в дальнейших публикациях ООН и других авторитетных международных структур, равно как и в устных выступлениях их представителей. По умолчанию предполагается считать, что таков принятый формат этого нарратива как изначально не претендующий на соответствие академическим традициям и правилам.

Насколько разумна и справедлива в рассматриваемом случае фигура умолчания об идейных истоках КУР? Мы полагаем, что это вопрос, как минимум, дискуссионный. Мы также считаем, что идеология КУР будет тем привлекательней для стран и народов мира, чем более авторитетны будут её идейные основы. Сказанное, при этом, никак не затрагивает авторитет членов Международной комиссии по окружающей среде и развитию и её председателя, считающихся авторами КУР. Скорее наоборот, если уж им на деле удалось вовлечь в результат своего творчества лучшие идеи практически всей человеческой цивилизации. Речь ведь идет об интеллектуальном наследии, а не о правах на интеллектуальную собственность.

Именно это, по-видимому, и имел в виду президент Российской Федерации В.В. Путин, в своей речи на заседании Азиатско-Тихоокеанского экономического саммита «Бизнес и глобализация» в ноябре 2000 года в Брунее. Как мы отмечали ранее [8, с. 10], выступая на том заседании, он утверждал, что *«... Владимир Вернадский еще в начале XX века создал учение об объединяющем человечество пространстве – ноосфере. В нем сочетаются интересы стран и народов, природа и общество, научное знание и государственная политика. Именно на фундаменте этого учения фактически строится сегодня концепция устойчивого развития»* [11]. И разве может быть сомнение в том, что у такого ценного для человечества наследия, обладающего признанной «воспитательной силой», имеется его педагогическое измерение?

Категорический императив Вернадского

Присущий В.И. Вернадскому исторический оптимизм проявился и в самом названии выявленной им планетарной сферы, которую он назвал ноосферой, т.е. сферой *разума*. Думая о будущем человечества в один из самых трагичных периодов в его истории, он апеллирует именно к разуму – важнейшей понятийной категории эпохи Просвещения. Вспомнить об этом особенно актуально в связи с 300-летней годовщиной со дня рождения великого немецкого (и частично российского) философа Иммануила Канта, отмечаемой как раз в день проведения конференции КГАСУ. Как известно, три важнейших произведения Канта связаны именно с категорией разума. Это: «Критика чистого разума», «Критика практического разума» и «Критика способности суждения». Несомненно, что Вернадский, как и всякий просвещенный русский мыслитель того времени был знаком с творчеством Канта и, возможно, оно оказало какое-то влияние на формирование положений ноосферной концепции. Хотя логичнее предположить, что оба великих ученых независимо от каких-либо внешних обстоятельств пришли к представлению о разуме как базовому условию благополучия человечества. Условию, имеющему поистине огромное воспитательное значение для всей цивилизации.

Идейное развитие концепции ноосферы Вернадского проявилось во многих формах. Об одной из них – концепции разумного природопользования Д.Л. Арманда – речь уже шла выше. Другая, значительно более известная в мире – это концепция устойчивого развития, вся пронизанная ноосферными идеями, хотя и без отсылок к их автору, что, впрочем, обычно для этой концепции. В особенности это относится к той части концепции устойчивого развития, которая связана с её экологической проблематикой вообще и с экологической культурой, в частности. А к чему еще апеллировать при решении задач формирования современной экологической культуры как не к разуму и его первым производным – справедливости и ответственности? Об этом, в частности, немало фундаментальных работ философов, психологов и педагогов, в числе которых считаем логичным указать на публикации В.А. Ясвина, а также Ю.П. Зинченко и В.И. Панова [14; 15].

Реалии нашего времени, отмеченные ростом проявлений едва ли не всех мыслимых и немыслимых форм безумия, реально угрожающих самому существованию цивилизации – не всегда дают основания для веры и даже просто надежды на коллективный человеческий разум. Однако весь фон жизни Вернадского в период формирования его учения о ноосфере был не более светлым и позитивным, чем наше предельно турбулентное время. Тем не менее, именно в таких условиях он и создал это учение, насквозь пронизанное идеями социального оптимизма. Не секрет, что в числе тех, кто знаком с творчеством Вернадского, имеются и те, кто считает ноосферу Вернадского еще одной утопией – в дополнение к предложенной ранее Томасом Мором.

Но, если Мор не исключал других парадигм развития, помимо им предложенной, то Вернадский, похоже, не видел альтернативы ноосфере. В своей самой знаменитой публикации он провозглашает: *«Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее – в новый стихийный геологический процесс – в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны»* [5, с. 130]. Да, мы входим в ноосферу. И это точно не событие в истории, а процесс, надо полагать достаточно длительный. Но другого пути у человечества нет, и для этого он

видит убедительное основание: наш путь, наше движение идет «в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы» [5, с. 130]. И это слова человека, который в тот момент, скорей всего, лучше, чем кто-либо в мире знал и понимал законы природы. И поэтому столь значимы заключительные слова той статьи Владимира Ивановича: *«Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим»* [5, с. 130]. Здесь великий ученый и гражданин говорит от имени народа, в том числе будущего народа. И он, именно он, имел на это моральное право, в этом его миссия. А мы, современные люди, читающие эти строки о будущем ровно через 80 лет после их опубликования воспринимаем их, должны воспринимать как своего рода категорический императив новейшего времени, категорический императив Вернадского – как наше бесценное наследие с очень важной педагогической составляющей, вокруг которого и должна выстраиваться идеология развития, базирующаяся на идеях образования и воспитания.

Заключение

Творческое наследие В.И. Вернадского имеет ярко выраженную педагогическую составляющую, величина и значимость которой позволяет считать её самостоятельной категорией в статусе педагогического наследия великого ученого.

Педагогическое наследие Вернадского образуют следующие основные структурные элементы: публичные выступления и публикации по вопросам образования; академические публикации по фундаментальным вопросам, имеющим особое воспитательное значение (в частности, работы по ноосфере и др.); иные научные работы ученого особой «воспитательной силы» (радий, естественные производительные силы и др.); события долгой и насыщенной жизни Вернадского, осмысление которых позволяет увидеть в них множество ценных педагогических идей для теории и практики воспитания патриотизма, гуманизма и социальной ответственности.

Специального внимания заслуживает исследование педагогического наследия Вернадского, включающее выявление соответствующих артефактов, составление их реестров, их описание, определение ценности как педагогических/воспитательных феноменов; оценку их вовлеченности в педагогические практики. Как известно, творческая деятельность этого ученого на протяжении всей его жизни была связана с разного рода путешествиями, многие из которых приводили к формированию тех или иных артефактов педагогического наследия. Из этого следует, что особый интерес может представлять и география его педагогического наследия. Сюда же можно отнести и исследование своего рода «географии памяти» о Вернадском в современном мире.

Педагогическое наследие Вернадского обладает мощным потенциалом воспитательной силы, проявляющейся в уникальном сочетании идей исторического оптимизма, социальной справедливости и гражданской ответственности. Его особая ценность – в апелляции к разуму человека, категории не до конца раскрытой современной наукой, но со всей очевидностью настраивающей человека на деятельное, творческое отношение к жизни, на воспитание человека-созидателя, а не потребителя разного рода товаров и услуг, включая и так называемые «образовательные услуги».

Принятие всего наследия Вернадского в целом, включая, конечно же, и его ноосферную парадигму, порождает целый ряд принципиальных и даже экзистенциальных вопросов, особое место среди которых занимает вопрос о совместимости капиталистической системы общественного устройства большинства стран мира с идеологией сферы разума. Без принципиального ответа на этот вопрос вряд ли можно всерьёз проектировать контуры «будущего, которого мы хотим». Однако педагогическое наследие Вернадского – это не только о будущем, это и обращение к нашему времени, в котором оно играет незаменимую роль в формировании современной экологической культуры как неперемennого условия решения все более сложных экологических проблем взаимодействия общества с окружающей природной средой.

Выводы

Творческое наследие В.И. Вернадского, обладая охарактеризованным выше воспитательным потенциалом, может быть и должно стать существенным фактором общественного развития или, в терминах современной лексики, устойчивого развития России и других стран мира. Для этого было бы важным предусмотреть системные меры его продвижения, включающие в себя развитие соответствующих научных исследований; закрепление наиболее существенных положений наследия Вернадского в образовательной повестке учебных заведений (учебные курсы, учебные пособия и т.п.); пропаганда научного наследия великого ученого средствами сферы просвещения; закрепление его приоритета в академической и гуманитарной сфере во всемирном наследии ЮНЕСКО (списки нематериального культурного и документального наследия).

Названные меры по продвижению и использованию перечисленных выше проявлений педагогического наследия – это не только дань уважения к памяти нашего соотечественника, но и содействие более разумному жизнеустройству на нашей планете, во имя чего, в конечном счете, жил и творил Владимир Иванович Вернадский.

Список использованной литературы

1. Аксенов Г.П. Вернадский. ЖЗЛ. – М.: Молодая гвардия, 2001.
2. Арманд Д.Л. Нам и внукам. – М.: Мысль, 1964.
3. Бельская Е.Ю., Попов Л.В. В.И. Вернадский – ученый, педагог и организатор высшего образования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20. Педагогическое образование. – 2013. – № 4. – С. 94–106.
4. Вернадский В.И. Задачи высшего образования нашего времени // Ш.А. Амонашвили. – М.: Издат. дом. Ш. Амонашвили, 2001. – С. 111–116.
5. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. 1944. – № 18. – Вып. 2. – С. 113–120.
6. Галимов Э.М. Вернадский – ученый – мыслитель – гражданин // Исследователь. – 2013. – № 3–4. – С. 62–78.
7. Мазуров Ю.Л., Снытко В.А. Творческое наследие В.И. Вернадского: прошлое, настоящее, будущее // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. – 2013. – № 5. – С. 80.

8. Мазуров Ю.Л. Проблематика экологической культуры в контексте творческого наследия В.И. Вернадского. В кн.: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии» (г. Казань, 21–22 апреля 2023 г.). – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 6–18.

9. Мазуров Ю.Л., Владимиров И.В., Гасанова Р.Р. Идеи устойчивого развития в педагогическом наследии. В кн.: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Естественные науки и образование: достижения и перспективы». – Кызыл: Издательство ТувГУ, 2023. – С. 110–114.

10. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию / пер. с англ. – М.: Прогресс, 1989.

11. Путин В. Выступление на деловом саммите АТЭС «Бизнес и глобализация». Бруней, Бандар-Сери-Бегаван. 15 ноября 2000 г. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/21117> (30.03.2024).

12. Садовничий В.А. О людях Московского университета. – 7-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2023.

13. Садовничий В.А. Педагогические заметки о современном образовании. Избранные выступления. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2023.

14. Экологичность поведения: человек и окружающая среда: коллективная монография [Электронное издание] / Отв. ред. Ю.П. Зинченко и В.И. Панов. – М.: ФНЦ ПМИ, 2023.

15. Ясвин В.А. История и психология формирования экологической культуры: Удобно ли сидится на вершине пирамиды? – М.: Наука, 1999.

УДК 504.062

ЗНАЧЕНИЕ НАСЛЕДИЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Кириллов Сергей Николаевич, д-р экон. наук, профессор,
Мурзин-Гундоров Виктор Владимирович, науч. сотрудник
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», г. Москва, e-mail: murgund@mail.ru*

Аннотация. В работе рассматривается влияние идей В.И. Вернадского, в том числе о ноосферном развитии, на современное природопользование.

Рациональное природопользование развивается исходя из коэволюционных связей природы и общества на основе формирования ноосферного мышления.

Ключевые слова: *ноосфера, рациональное природопользование, Вернадский.*

IMPORTANCE OF V.I. VERNADSKY'S HERITAGE FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Kirillov S.N., Murzin-Gundorov V.V.

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Annotation. *The paper examines the influence of the ideas of V.I. Vernadsky, including on noospheric development, on modern environmental management. Rational environmental management develops on the basis of co-evolutionary connections between nature and society based on the formation of noospheric thinking.*

Keywords: *noosphere, environmental management, Vernadsky.*

Введение

В.И. Вернадский является основателем теории ноосферы, которая стала важнейшим вкладом в развитие русского космизма и рационального природопользования [7]*. Началом зарождения ноосферы можно считать появление разума у человека, началом накопления информации в обществе и ее практическом применении, в том числе по отношению использования природных ресурсов.

Учение В.И. Вернадского о ноосфере в настоящее время можно считать философской основой концепции устойчивого развития и рационального природопользования, которое оказывает влияние на формирование экологического сознания [3]. Своей деятельностью и научным наследием В.И. Вернадский показал, что наука становится глобальным явлением и главной предпосылкой перехода человечества к новым этапам своего развития. В.И.

Вернадского считают не только глобальной личностью и признанным гражданином мира, но и патриотом нашей страны [8].

Использование идей В.И. Вернадского в рациональном природопользовании

В.И. Вернадский, создал учение о биосфере, обосновал влияние научной мысли и деятельности человека на преобразование биосферы в ноосферу, которая открывает путь к созданию единой информационной системы и появлению новых источников энергии [5]. Решение экологических проблем В.И. Вернадский видел в смене мировоззрения и идеологических принципов, переходе к ноосферному мышлению. Ноосферное мышление предполагает использование и развитие природных сил в интересах человека, рост производительности труда, переход к рациональному природопользованию, сохранение и укрепление здоровья населения, что тесно связаны с научной концепцией Вернадского [3].

В.И. Вернадский писал, что наши знания о биосфере и ее содержанием отличаются от всякого другого знания, так как мы живем в биосфере и ощущаем ее всем своим существом, все передается нам через биосферу [1]. Если освоение ресурсов биосферы проводить разумно, с учетом возможности ее саморегулирования, то возможно достичь устойчивого развития на определенном этапе развития общества [7].

В.И. Вернадский в книге «Научная мысль как планетарное явление» [2] сделал три основных вывода о месте человека в биосфере. Во-первых, деятельность человека есть функция биосферы, с помощью которой она может себя преобразовывать. Во-вторых, человек является структурным элементом биосферы. В-третьих, человечество стало формой организации новой геологической силы, представляющее собой большое природное явление, отвечающее исторически сложившейся организации биосферы.

Условия рационального природопользования согласуются с идеями В.И. Вернадского. Основными из них являются: соответствие объема природно-

ресурсного потенциала и антропогенной нагрузки на окружающую среду; сохранение целостности и нормального функционирования экосистем в процессе природопользования; приоритетность сохранения экологического равновесия перед получением экономических выгод; согласование хозяйственных и природных циклов в природопользовании [4].

Ноосферный подход лег в основу разработки концепции рационального природопользования, в котором были найдены способы минимизации «конфликта конкурирующих интересов» и достижения «гармонии конкурирующих интересов» различных социальных и национальных групп [6]. Это сохраняет баланс между потребностями общества и потенциальными возможностями природы, обеспечивая эффективное природопользование на различных территориях.

Во второй половине XX века начало развиваться междисциплинарное направление – география природопользования. Под природопользованием стали понимать целенаправленную общественно-производственную деятельность для обеспечения человеческого общества (в настоящем и будущем) разнообразными природными ресурсами и удовлетворительной для жизни окружающей средой [10]. Для этого необходимо сохранение равновесного состояния между природой и обществом, улучшение использования и воспроизводства природных ресурсов на основе взаимосвязанных мер по охране и расширенному воспроизводству природного потенциала, что соответствует ноосферной концепции В.И. Вернадского на глобальном и региональном уровнях.

На современном этапе природопользование осуществляется исходя из второго этапа развития ноосферы на базе системной картины мира и соответствующей ей концепции устойчивого развития. В географии формируется коадаптивная концепция, на ее основе – коадаптивная парадигма природопользования [9]. Процесс ноосферогенеза на втором этапе происходит через познание законов самоорганизации естественной природы. Таким образом, ноосфера – это такое состояние географической оболочки, которое

характеризуется согласованным развитием общества с эволюционным процессом самоорганизации природы, в том числе и космоса. В.И. Вернадский писал, что согласованное с природой развитие общества, ответственность за природу и за ее будущее потребуют специальной организации общества, создания специальных структур, что мы и видим в настоящее время в виде различных управленческих структур и экологических движений.

Будущее развитие ноосферы связано со становлением информационного общества, с применением информации в функционировании ноосферы, что обеспечивается возрастанием роли информационных технологий и пониманием роли природных информационных процессов в функционировании современных ландшафтов, использовании информации для обеспечения рационального природопользования [9].

Выводы

По мнению В.И. Вернадского, замечательного ученого-энциклопедиста, минеролога, кристаллографа, радигеолога, основоположника геохимии, биогеохимии, учения о биосфере, автора трудов по философии естествознания и науковедению, ноосфера не может формироваться стихийно, а только в результате созидательной деятельности человечества на основе изучения и поддержания законов саморегулирования биосферы, согласования с ними использования природных ресурсов [12].

Решение экологических проблем В.И. Вернадский видел в развитии ноосферного мышления при переходе биосферы в ноосферу, что может послужить основой решения фундаментальных экологических проблем. С его точки зрения, через познание закономерностей развития биосферы лежит ключ к разумному природопользованию [3]. Рациональное природопользование должно базироваться на принципе коэволюции человека и природы при глубинном учете интересов природы. Ноосфера – это воплощенный многовекторный баланс интересов в обществе [8], куда вписывается идея концепции устойчивого развития о справедливом распределении благ естественного происхождения между поколениями.

Список использованной литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 262 с.
2. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1991. – 270 с.
3. Грачев В.А. Учение В.И. Вернадского о ноосфере как основа устойчивого развития / В.А. Грачев // Юг России: экология, развитие. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 16–23.
4. Кириллов С.Н. Принципы рационального природопользования // Рациональное природопользование: традиции и инновации. Материалы II Международной конференции, Москва, МГУ, 17–18 ноября 2017 г. – М.: Изд-во КДУ, 2017. – С. 30–32.
5. Косолапов В.М. Современное развитие системного подхода к конструированию агроландшафтов (к 150-летию со дня рождения выдающихся ученых) / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 5. – С. 11–14.
6. Кочуров Б.И., Лобковский В.А. От ноосферы В.И. Вернадского до справедливой системы высокоэффективного научно-обоснованного природопользования (цивилизации кротости) // Материалы Научной конференции «Ломоносовские чтения» 2013 года и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2013». – Севастополь: ООО «Экспресс-печать», 2013. – С. 4–5.
7. Лисов В.И. В.И. Вернадский – выдающийся ученый и мыслитель, основатель концепции о биосфере как методологии современного природопользования (к 150-летию со дня рождения) / В.И. Лисов, В.И. Экзарьян // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2013. – № 3. – С. 62–67.
8. Мазуров Ю.Л. Идеи развития в творчестве В.И. Вернадского и их современная востребованность / Ю.Л. Мазуров // Ноосфера. – 2016. – № 2. – С. 133–138.
9. Позаченюк Е.А. Информационная составляющая ноосферы / Е.А. Позаченюк // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – Т. 3(69). – № 3–1. – С. 205–217.
10. Поросенков Ю.В. В.И. Вернадский и современная теория отечественной географии / Ю.В. Поросенков // Вестник Тамбовского университета. – 2013. – Т. 18. – № 2. – С. 533–536.
11. Сухорукова С.М. Учение В.И. Вернадского о биосфере – основа современного эколого-экономического знания / С.М. Сухорукова, Л.Л. Капитонова // Вестник МИТХТ им. М.В. Ломоносова. – 2010. – Т. 5. – № 5. – С. 111–115.

12. Таныгина Е.Д. Следуя концепции В.И. Вернадского о ноосфере / Е.Д. Таныгина // Молодежь и социум. – 2013. – № 1(13). – С. 36–38.

* порядок цитирования источников сохранен по просьбе авторов.

УДК 304.2

**ОСВЕЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СОВРЕМЕННОСТИ В СМИ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЯ»
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЖУРНАЛИСТИКА»**

*Глухова Елена Владимировна, канд. геогр. наук, ст. науч. сотрудник
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова», г. Москва, e-mail: evglukhova@gmail.com*

***Аннотация.** В статье рассматриваются цели и задачи курса «Экология» для студентов 2 курса бакалавриата факультета журналистики МГУ имени М.В. Ломоносова. Основной задачей преподавания дисциплины служит ознакомление студентов с современной экологией как междисциплинарным комплексом знаний, применяемым при анализе возникающих экологических проблем на локальном, региональном и глобальном уровнях.*

***Ключевые слова:** экологические проблемы, устойчивое развитие, нарушенные экосистемы, СМИ.*

**COVERAGE OF THE MAIN MODERN ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN
THE MEDIA WITHIN THE FRAMEWORK OF THE DISCIPLINE
«ECOLOGY» IN THE DIRECTION OF «JOURNALISM»**

Glukhova E.V.

Lomonosov Moscow State University, Moscow

***Annotation.** The article discusses the goals and objectives of the course «Ecology» for 2nd year undergraduate students of the Faculty of Journalism of Lomonosov Moscow State University. The main objective of teaching the discipline is*

to familiarize students with modern ecology as an interdisciplinary body of knowledge used in the analysis of emerging environmental problems at the local, regional and global levels.

Key words: *ecology, environmental problems, sustainable development, journalism.*

Введение

Одними из актуальных задач современности являются сохранение и рациональное использование природных ресурсов, оценка антропогенного воздействия на окружающую среду, а также разработка методов восстановления всех компонентов экосистем в результате деграционных процессов. Эти вопросы достаточно давно привлекают внимание ученых, поскольку в самых различных природных условиях изменения отдельных компонентов экосистем могут приводить к нарушению водного и теплового баланса территории, изменению ветрового режима и, как следствие развитию эрозии почв [1]. Процессы деградации чаще всего связаны с результатами действия комплекса факторов как природного, так и антропогенного характера. Диагностика состояния экосистем требует комплексной оценки их структуры, взаимосвязи с различными компонентами для разработки и осуществления стратегии интегрированного управления устойчивым развитием территорий [2].

Безусловно, актуальным и важным является освещение существующих и назревающих экологических проблем населению средствами массовой информации.

В связи с этим нами разработан курс «Экология» для студентов 2 курса бакалавриата на факультете журналистики МГУ имени М.В. Ломоносова.

Целями данного курса являются формирование базовых представлений об основных теоретических и прикладных направлениях экологии, важнейших экологических проблемах современности, причинах их возникновения и возможных путях решения.

В основные задачи курса входят ознакомление студентов с современной экологией как междисциплинарным комплексом знаний, понятийно-терминологическим аппаратом, применяемым при анализе возникающих экологических проблем на разных уровнях: локальном, региональном и глобальном. Очень важным является знакомство обучающихся с основными характеристиками экосистемного уровня организации биосферы, формирование понимания смысла понятия «природные возобновимые и невозобновимые ресурсы», с причинами возникновения различных экологических проблем в окружающей среде и стратегиях по выходу из глобального экологического кризиса.

В результате прослушивания курса закладываются фундаментальные знания о функционировании живой природы и экосистем в целом, их биотических и абиотических компонентов, а также о единстве и закономерностях взаимоотношений природы и общества, о роли и последствиях антропогенного воздействия на окружающую среду [3; 4].

В процессе ознакомления у студентов вырабатываются определенные навыки и умения анализировать и освещать разные аспекты взаимоотношений природы и общества, экологические проблемы современности в средствах массовой информации [5].

Дисциплина включает в себя лекции, семинарские занятия и самостоятельную работу студентов. В ходе курса обучающиеся знакомятся с основными понятиями биосферы, разными уровнями организации биосферы, а также с демографическими показателями и емкостью биосферы. Достаточно большую часть курса занимают разделы, посвященные антропогенному влиянию на биосферу Земли и устойчивому развитию. В процессе преподавания применяются такие методы обучения как: развивающий, проблемный и исследовательский. Достаточно положительный отклик среди студентов имеет такой формат, как лекция-конференция.

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке научных текстов, рекомендованных учебников и учебных пособий, бумажных и

электронных справочных материалов. Данные материалы помогают в подготовке к аудиорным занятиям, которые могут проводиться в форме пресс-конференций на заданные темы.

Для работы на семинарских занятиях студенты выбирают наиболее интересующую их экологическую проблему конкретного региона, собирают имеющуюся информацию по ней и представляют доклад аудитории для обсуждения. Помимо презентаций, студентам предлагается написать небольшую заметку, касающуюся актуальных экологических проблем для публикации в средствах массовой информации. Это задание интересно тем, что будущие журналисты должны не только осуществить поиск достоверных материалов, но и профессионально проанализировать данные и представить информацию населению так, чтобы оно заинтересовалось и обратило внимание на проблему. Обучающиеся всегда охотно берутся за выполнение этого задания и, в итоге, получаются очень разные, интересные работы, выполненные на достаточно высоком уровне.

Выводы

Для лучшего усвоения и закрепления материала разработана специальная рабочая тетрадь. Она рекомендована всем бакалаврам 2 курса факультета журналистики МГУ имени М.В. Ломоносова, изучающим предмет «Экология».

При использовании этой тетради в процессе обучения она помогает расширять лексический запас по изучаемой дисциплине. В данной тетради представлены тексты, посвященные основным вопросам положения современной экологии для ознакомительного чтения. Послетекстовые вопросы направлены на усвоение новой специальной лексики для студентов. Представленные задания помогают усвоить материал текстов и получить более подробные сведения об основных экологических проблемах и пути их решения.

Благодарности. Публикация подготовлена в рамках научной темы госзадания кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Устойчивое развитие территориальных систем природопользования».

Список использованной литературы

1. География Мирового развития. Сборник научных трудов / под ред. Л.М. Синцева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – Вып. 3. – 486 с.
2. Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов /под ред. академика В.М. Котлякова и профессора А.А. Тишкова. – М.: Институт географии РАН, 2014. – 166 с.
3. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилизации: Взгляд из России. – М., 2005.
4. Шаркова Е.А. Экологическая журналистика в регионе риска // Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика. – 2012. – № 1. – С. 264–269.
5. Коханова Л.А. Экологическая журналистика, PR и реклама: учеб. пособие / Л.А. Коханова; под ред. Я.Н. Засурского. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007.

УДК 378:502.3

УРБОЭКОЛОГИЯ КАК СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ОСНОВА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Девисилов Владимир Аркадьевич, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
г. Москва, e-mail: devisil@mail.ru,*

Титов Евгений Викторович, д-р пед. наук, профессор

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», ГАОУ
ВО «Московский городской университет управления Правительства Москвы
имени Ю. М. Лужкова», г. Москва, e-mail: tevgeni777@mail.ru*

***Аннотация.** Сложность и динамичность протекающих на городских территориях экологических процессов требует участия междисциплинарных коллективов, что создаёт коммуникативные трудности. Основой для*

междисциплинарного взаимодействия может стать урбоэкология, а возможное решение лежит в плоскости её включения в число дисциплин, обязательных для изучения будущими специалистами в области охраны природной среды.

Ключевые слова: *урбоэкология, урбанизированная территория, междисциплинарное взаимодействие, направления урбоэкологии.*

URBAN ECOLOGY AS A SUBSTANTIVE BASIS OF INTERDISCIPLINARY INTERACTION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF URBAN TERRITORIES

Devisilov V.A.¹, Titov E.V.^{1,2}

¹*Bauman Moscow State Technical University,*

²*Moscow Metropolitan Governance Yury Luzhkov University*

Annotation. *The complexity and dynamism of environmental processes occurring in urban areas requires the participation of multidisciplinary teams, which creates communication difficulties. Urban ecology can become the basis for interdisciplinary interaction, and a possible solution lies in its inclusion in the number of disciplines required to be studied by future specialists in the field of environmental protection.*

Key words: *urban ecology, urbanized territory, interdisciplinary interaction, directions of urban ecology.*

Введение

Города являются средоточием экологических проблем, вызванных развитием техники и технологий, которые призваны сделать жизнь горожан более комфортной и безопасной, но при этом создают антропогенную нагрузку на атмосферу, водные объекты, на почвенный и растительный покровы, на здоровье людей и животного населения. Именно этим объясняется интерес к экологической проблематике городских территорий специалистов разных

отраслей науки и практики, что позволяет надеяться на решение экологических проблем городских территорий в недалёком будущем. Одним из препятствий на пути конструктивного поиска, направленного на решение экологической проблемы, является multidisciplinarity городской территории как объекта исследования, что создаёт коммуникативные барьеры между специалистами разных направлений науки и практики.

Взросший интерес к экологической проблематике урбанизированных территорий специалистов разных отраслей науки и практики обусловил возможность формирования большого массива разноплановых и дисциплинарно разнородных публикаций. К концу 20 века этот интерес трансформировался в различные направления с названиями, в которых присутствовал термин «экология» или «экологический», что, по мнению авторов этих названий, должно указывать на содержательную связь исследуемой ими проблемной области с состоянием окружающей среды освоенных людьми территорий и влиянием на неё производственной, градостроительной, транспортной, рекреационной и других видов деятельности людей.

Формирование новых разнообразных научных направлений в области охраны среды освоенных и заселённых людьми (т.е. урбанизированных) территорий, в названии которых используются термины «экология» и «экологический», было обусловлено, как представляется, двумя причинами: а) подменой термина «окружающая среда» более удобным и благозвучным термином «экология»; б) сложностью исследуемого объекта – среды урбанизированных территорий. Ведь занятая городом территория является сложной, динамичной, неустойчивой во времени и пространстве системой, включающей компоненты, имеющие высокую структурную и функциональную сложность: а) живые объекты; б) объекты и явления неживой природы; в) продукты хозяйственной и бытовой деятельности людей.

В этой связи, процессы, протекающие на городских территориях и обусловленные антропогенным воздействием на компоненты среды, являются

многодисциплинарными объектами исследований, требуют внимания специалистов различных направлений науки и практики: климатологов, инженеров, архитекторов, строителей, лесоводов, биохимиков, генетиков, микробиологов, экологов, почвоведов, экономистов и городских администраторов. Координация работы таких коллективов, больших по числу специалистов и по представленности научных направлений, сопряжена с необходимостью передачи результатов специалистам из других областей знания [1]. Это создаёт определённые коммуникативные трудности в интерпретации результатов и в принятии решений при построении конструктивных моделей решения экологических проблем, существенная часть из которых является следствием не столько образа мышления, сколько отсутствием содержательной основы для продуктивного междисциплинарного диалога [2].

Содержательной основой для построения междисциплинарных конструктивных моделей решения экологических проблем городских территорий может стать урбоэкология – направление экологии, научная дисциплина, исследующая структуру, развитие, функционирование и взаимодействие особей, популяций, сообществ между собой и со средой обитания в пределах городских и шире – урбанизированных территорий [3].

Урбоэкология как специальный раздел экологии исследует приспособления живого к урбанизированной среде на организменном, популяционном и биоценотическом (межпопуляционном) уровнях. Следовательно, объектом урбоэкологии являются живые системы (особи, популяции и сообщества) и экологические значимые свойства компонентов среды урбанизированных, т.е. городских и пригородных территорий, находящихся под влиянием городов.

При первом рассмотрении приведённая выше трактовка содержательно отличается от распространённой точки зрения, согласно которой под урбоэкологией (экологией города, экологией городской среды, городской экологией и др.) понимают совокупность знаний о технических,

технологических и социальных мерах по защите среды обитания урбанизированных территорий от антропогенного воздействия, а также о последствиях антропогенного воздействия на компоненты среды урбанизированных территорий. Тем не менее, приведённая нами трактовка позволяет остаться в рамках экологии как науки о жизни в окружающей среде, используя её понятийный аппарат, методологию и теоретические основы для решения широкого круга проблем охраны среды урбанизированных территорий коллективами специалистов разных дисциплинарных направлений науки и практики.

Заметим, однако, что многообразие средовых («экологических» в широком смысле) проблем урбанизированных территорий, связанных с природным окружением города и с сохранившейся в пределах городской черты природой, порождает многообразие подходов к поиску их решений, и, соответственно, допускает определённый плюрализм в их представлении и в трактовке понятия «урбоэкология».

Прикладной целью урбоэкологии, которую можно также рассматривать как миссию, является поиск путей, средств и способов поддержания условий, приемлемых для существования на урбанизированных территориях природных популяций и сообществ (биоценозов), в том числе изменённых и/или преобразованных деятельностью людей, для устойчивого производства экосистемных услуг и обеспечения комфортной, безопасной и благоприятной жизни городского населения, а также для минимизации действия антропогенных факторов на особи, популяции, сообщества на территориях, соседствующих с урбанизированными [3].

В структуре урбоэкологии можно выделить несколько взаимосвязанных направлений, различных по подходам и охвату объектов исследования. Выделение этих направлений, равно как и отнесение их к фундаментальным и/или прикладным, условно, что объясняется новизной и динамичностью проблематики урбоэкологии.

Исследование адаптаций на организменном и популяционном уровнях живого в условиях урбанизированных территорий не только составляет суть урбоэкологии как отрасли экологической науки, но и открывает новые возможности для изучения микроэволюционных процессов, для открытия новых и уточнения уже выявленных экологических закономерностей функционирования живой природы. Развитие этого направления биологических исследований стало возможно благодаря высокой скорости и динамики изменений экологических условий на урбанизированных территориях. На природных территориях, не подверженных воздействию людей, микроэволюционные процессы протекают в течение сотен и тысяч лет. В этой связи, фундаментальным исследованиям приспособительных реакций на организменном и популяционно-видовом уровнях, протекающих на урбанизированных территориях, уделяют всё больше внимания экологи, генетики, эволюционисты, физиологи и биохимики.

Изучение текущего состояния и динамики абиотических компонентов среды обитания особей и популяций разных видов, в том числе людей, лежит в основе любых экологических исследований урбанизированных территорий. В рамках этого географического направления, которое можно считать разделом науки об окружающей среде, изучается многолетняя динамика состояния абиотических компонентов урбанизированных территорий и антропогенное воздействие на них. В настоящее время оно разработано методологически и инструментально в большей степени по сравнению с другими направлениями урбоэкологии. Однако его не следует считать исключительно прикладным, так как деятельность людей приобрела планетарный размах и стала настолько интенсивной, что изменяет свойства абиотических компонентов среды не только количественно, вызывая ранее неизвестные науке явления.

Исследование урбанизированных территорий как целостных образований, которые функционируют в соответствии с определёнными закономерностями, также является важным фундаментальным направлением урбоэкологии. Выявление и изучение таких закономерностей ведётся на основе

системного подхода. В рамках данного направления изучаются биогеохимические циклы, экологическая и видовая структуры сообществ, пищевые сети и потоки энергии, многолетняя динамика популяций и сообществ на урбанизированных и близлежащих территориях. Предполагается, что развитие данного направления позволит более успешно решать прикладные задачи и должно развиваться с опорой на социальные и технические подходы и методы

На урбанизированных территориях люди занимаются производственной, градостроительной, транспортной и хозяйственно-бытовой деятельностью, изменяя состав и свойства абиотических и биотических компонентов среды, а также влияя на собственное здоровье. Изучение воздействия различных видов деятельности людей на компоненты среды урбанизированных территорий является важным прикладным направлением урбоэкологии. Полученные в ходе урбоэкологических изысканий сведения позволяют разрабатывать и совершенствовать подходы, методы и средства предотвращения, нейтрализации и уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую среду и обеспечить её охрану. Это достижимо только при взаимодействии с инженерной наукой, которая разрабатывает технические и технологические средства, позволяющие предотвратить или уменьшить антропогенное воздействие на компоненты живой и неживой природы урбанизированных территорий.

Важнейшим источником воздействия на абиотические компоненты среды урбанизированных территорий является градостроительная деятельность. Поэтому разработка подходов, средств и методов создания благоприятной среды обитания средствами градостроения является важным прикладным направлением урбоэкологии. В отечественной литературе это направление получило название градостроительной экологии. Оно развивается на основе градостроения, ландшафтной экологии и геоэкологии, урбанистики, санитарно-гигиенических и инженерных знаний. В рамках этого направления ведётся разработка концепции городских социально-эколого-технических систем (SETS) [4], а также исследуются возможности создания среды обитания,

экологически благоприятной [5] не только для городского населения, но и для популяций других видов и устойчивого функционирования природных сообществ на урбанизированных территориях. Разделом этого направления можно считать исследования по экологическому менеджменту.

Выводы

В рамках урбоэкологии проводятся фундаментальные и прикладные исследования. Фундаментальные исследования направлены на выявление закономерностей экологических и эволюционных процессов на урбанизированных территориях, прикладные – на минимизацию антропогенного воздействия на абиотические и биотические компоненты среды урбанизированных территорий для создания экологически комфортных условий обитания городского населения. Фундаментальные исследования ведутся в биологическом и географическом направлениях, прикладные – в антропологическом (включая социальное), инженерном и градостроительном направлениях.

Возрастающий общественный и научный интерес к экологической проблематике урбанизированных территорий, оформляющийся в самостоятельную науку, ставит урбоэкологию в число дисциплин, обязательных (желательных) для изучения будущими специалистами (в первую очередь, инженерами и градостроителями) в области охраны природной среды, сохранившейся в неизменном виде и изменённой под воздействием хозяйственной и бытовой деятельности людей.

Список использованной литературы

1. Титов Е.В., Черкашин Е.О. Сфера экологии как площадка междисциплинарного диалога для устойчивого развития города. Ботанические сады в современном мире (Сборник научных статей). Вып. 1 / отв. ред.: д-р биол. наук, профессор О.Г. Баранова.– СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2021. – С. 53–55. – DOI: 10.24412/cl-36595-2021-1-53-54.

2. Авдонин В.С. Об условиях и средствах трансфера знаний в междисциплинарных исследованиях // Социологический журнал. – 2019. – Т. 25. – № 3. – С. 99–116. – DOI: 10.19181/socjour.2019.25.3.6678.

3. Александров А.А., Титов Е.В., Девисилов В.А. Урбоэкология: учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 393 с.

4. Timon McPhearson, Steward T. A. Pickett, Nncy B. Grimm, Jari Niemela, Marina Alberti, Thomas Elmqvist, Christiane Weber, Dagmar Haase, Jorgen Breuste, and Salman Qureshi. Advancing Urban Ecology toward a Science of Cities. BioScience Advance Access published February 24, 2016.

5. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об охране окружающей среды».

УДК 004

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Кириллова Лариса Геннадьевна, канд. тех. наук, доцент

Казанский кооперативный институт (филиал) АНОО ВО ЦС РФ «Российский университет кооперации», г. Казань, e-mail: lar-kirillova@mail.ru,

Строганов Виктор Федорович, д-р хим. наук, профессор,

Каримуллина Дарина Ирековна, студент

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» г. Казань, e-mail: svf08@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные принципы программного обеспечения экологических проектов, а также уделено внимание интеграции программного обеспечения с другими инструментами анализа данных, статистическими пакетами и инструментами машинного обучения.*

***Ключевые слова:** основные принципы, программное обеспечение, прорывные технологии.*

BASIC PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL PROJECT SOFTWARE

Kirillova L. G.¹, Stroganov V. F.², Karimullina D. I.²

¹Kazan Cooperative Institute (branch) of the ANOO in the Central Committee of the Russian Federation «Russian University of Cooperation», Kazan

²Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Annotation. *The article discusses the basic principles of software for environmental projects, and also pays attention to the integration of software with other data analysis tools, statistical packages and machine learning tools.*

Keywords: *basic principles, software, breakthrough technologies.*

Введение

Научные исследования в современных реалиях неразрывно связаны с информационными ресурсами и программным обеспечением, позволяющим ускорить процесс сбора, обработки и интерпретации данных. Программные продукты рабочих процессов позволяют обеспечить точность и надежность результатов, повышают эффективность научных разработок. С развитием прорывных технологий и их внедрением в реальный сектор экономики и ростом потребности в обработке огромного массива данных, значение программных продуктов возрастает.

Анализируя аспект применения программного обеспечения в практике прикладных научных исследований, стоит заострить свое внимание на базовых принципах его использования, вопросах интеграции программного обеспечения с другими инструментами и технологиями, совместимость с разными форматами данных. Одним из ключевых вопросов программного обеспечения является его адаптивные функции к различным объектам исследования в разных областях знаний, выбор необходимого инструментария для обработки сложных данных, моделирования производственных процессов, статистической обработки результатов исследований [1, с. 46].

Рассмотрим несколько основных принципов.

1. Специализация. Этот принцип основан на соответствии программного обеспечения специфике исследования. Например, если исследование проводится в сфере экологии, а объектом исследования являются опасные отходы, то предприятием может быть использован комплекс программ подготовки проекта нормативов образования отходов и их лимитов. Данный программный комплекс позволяет рассчитать количество отходов по материально-сырьевому балансу, их нормативы с учетом специфики производства и производственной программы предприятия с учетом класса опасности отходов и класса токсичности. Кроме того, программный комплекс позволяет сформировать годовую отчетность в программе 2-ТП отходы [2, с. 49].

2. Надежность и достоверность. Программное обеспечение должно быть надежным и иметь документированную поддержку. Это особенно важно для научных областей, в которых важна точность результатов.

3. Гибкость и расширяемость программного обеспечения обеспечивает гибкость в настраивании параметров и расширении функциональных возможностей программного продукта.

4. Программное обеспечение должно быть совместимо с другими инструментами и форматами данных, которые используются в исследовании. В качестве примера можно привести комплексные решения и готовые программные средства в экологии и природопользовании, предназначенные для автоматизации работ отделов по охране окружающей среды промышленных объединений или предприятий, для проведения оценки состояния окружающей среды при принятии управленческих и проектных решений и осуществления контроля за их исполнением на уровне города и региона и т.д.

5. Возможности визуализации дают дополнительные преимущества при анализе результатов и формирования выводов. Важно, чтобы программное обеспечение предоставляло возможности визуализации данных не только внутри себя, но также имело возможность интеграции с другими инструментами визуализации, такими как Tableau, Power BI и другими.

6. Анализ большого массива данных является критически важным для современных научных разработок, поскольку позволяет перерабатывать большое количество информации с высокой скоростью и точностью.

7. Использование выбранного программного обеспечения не должно входить в конфликт с Российским законодательством и лицензионными соглашениями.

Интеграция программного обеспечения с другими инструментами и технологиями в научной деятельности играет важную роль в обеспечении эффективности и результативности исследований. Одним из важных аспектов, которые следует учитывать при разработке интеграции программного обеспечения в научную деятельность, является совместимость форматов данных, статистических пакетов и инструментов машинного обучения (например, TensorFlow, scikit-learn), позволяющие значительно расширить возможности исследования. Обучение и овладение программным обеспечением имеет решающее значение для успешного и продуктивного выполнения научных исследований, а также для повышения качества проводимых исследований, объективности получаемых результатов и лучшей адаптивности к реальным объектам, которые необходимо совершенствовать.

Улучшение эффективности использования программного обеспечения в исследовательском процессе включает реализацию следующих направлений: предоставление разработчиками программных продуктов для обучения, рекомендаций специалистов, проведение видеоконференций, применение автоматизации систем для повышения их эффективности, включающие в себя написание сценариев, использование макросов и создание интеграций между различными программами, определение узких мест в использовании программного обеспечения и разработка методов и инструментов для улучшения рабочего процесса и устранения проблем.

Выводы

Основываясь на базовых принципах программного обеспечения экологических проектов, следует уделять внимание специализации

программного продукта, возможностей обработки большого массива данных, гибкой адаптации программного обеспечения под запросы исследователей, его интеграции в существующие форматы данных, используемые в исследовании, а также надежность и достоверность получаемых результатов.

Список использованной литературы

1. Иванов В.А. Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности / Сборник научных статей по итогам двенадцатой международной научной конференции. – Казань, 2020. – С. 45–47.
2. Кириллова Л.Г. Управление затратами на предприятиях малого и среднего бизнеса: экологический аспект / Л.Г. Кириллова, Н.В. Шильникова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 2. – № 5(101). – С. 48–52.

УДК 502:37.03

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Антонова Ильвира Илгизовна, ст. преп.,

Каримуллина Дарина Ирековна, студент,

Юдина Анна Петровна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: darina_emelyanova_2000@mail.ru,*

Вдовина Ксения Евгеньевна, студент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы и проблемы экологического образования и воспитания студенческой молодежи. Актуализируется роль деятельности молодежных экологических отрядов в высшей школе. Приведены результаты и подтверждена эффективность проведения общественно-полезных мероприятий студенческим экологическим отрядом по развитию экологической культуры населения и решению проблем экологии.

Ключевые слова: экологический кризис, экологическое образование и воспитание, экологическая культура, социализация, студенческая молодежь, молодежный экологический отряд.

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND EDUCATION IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Antonova I.I., Emelyanova D.I., Yudina A.P., Vdovina K.E.

*Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan,
Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg*

Annotation. *The article discusses issues and problems of environmental education and upbringing of students. The role of the activities of youth environmental groups in higher education is being updated. The results are presented and the effectiveness of carrying out socially beneficial events by the student environmental team to develop the ecological culture of the population and solve environmental problems is confirmed.*

Keywords: *environmental crisis, environmental education and upbringing, environmental culture, socialization, student youth, youth environmental team.*

Введение

Возрастающий уровень научно-технического прогресса позволил добиться результатов как в экономической, так и в социальной сферах деятельности. Такое стремительное развитие обеспечил рост экономической эффективности промышленного комплекса и уровня жизни населения страны, повышение национального дохода и народного благосостояния, создание оптимальных условий и стимулирующих факторов для высокопроизводительного труда, организация благоприятной обстановки для развития творческого потенциала. Однако, достигнутый человечеством прогресс является как достижением, так и причиной ухудшения экологической обстановки мирового масштаба. В этой связи, одновременно с повышением нагрузки на окружающую природную среду, возрастает актуализация экологических

проблем [1]. Такое состояние развивающегося экологического кризиса требует разработки решений, направленных на развитие экологической политики мирового сообщества.

Система образования является одним из направлений прогрессивного распространения идей разумного природопользования. Именно в высших учебных заведениях осуществляется подготовка кадров специалистов-экологов [2], создание условий для организации и формирования экологического образования [3], развитие экологической культуры [4–6] и разумного потребления среди населения.

Известно [7–10], что одним из эффективных способов создания благоприятной эколого-образовательной среды может служить освещение экологических проблем, в основном связанных с отсутствием информированности и экологического мышления, среди молодого поколения. Успешно осуществлять актуализацию проблем экологии возможно через деятельность студенческих общественных организаций. Работа молодежных экологических отрядов заключается в активном вовлечении студенчества в социальную общественно полезную деятельность по информированию о глобальных проблемах экологии и существенному изменению пассивного отношения населения, в частности, обучающейся молодежи к их решению.

Экологический молодежный отряд – группа инициативной студенческой молодежи с активной жизненной позицией, что позволяет повысить интерес и привлечь учащихся к решению проблем экологического характера, а также способствует социализации и развитию экологического мышления. Аспекты такого подхода по организации позитивной воспитательной среды широко апробированы в Казанском государственном архитектурно-строительном университете молодежным экологическим отрядом «ГринЛайт», действующем на базе кафедры химии и инженерной экологии в строительстве.

Эффективность и положительный результат деятельности молодежного отряда (табл. 1) связаны с комплексным подходом [10], к организации и проведению общественно-полезных мероприятий.

**Результаты деятельности молодежного экологического отряда
«ГринЛайт» за 2023 год**

Название мероприятий			Количество мероприятий/ Участников	Описание мероприятий
Эколого-просветительские	Лекции	«Экотренинг», «Манифест экологического отряда ГринЛайт», «Миллион Родине», «Батарейки в опасности», «В мире растений и животных», «Россия – уникальная страна», «Ноль отходов», «Альтернативные источники энергии», «Основы экологии»	10/368	Освещение существующих экологических проблем современности; ознакомление с направлениями экологического отряда; изучение альтернативных источников энергии; патриотическое воспитание; ознакомление с основами экологии
	Мастер-класс	Шопперы в деле», «Городское компостирование»	3/61	Макет жилого комплекса освещает эффективность применения экологически безопасных строительных материалов, целесообразность и перспективность установки альтернативных источников энергии. Выработка навыков по сортировке и утилизации вторичного сырья. Создание экоподелок способствует рациональному природопользованию и защите окружающей среды
	Квест-игры	«Гринмафия», «Экокультура», «Сортировка отходов по срокам разложения», «Вторая жизнь отходам»	10/284	Изучение проблем истощения озонового слоя, загрязнения мирового океана, кислотных дождей и увеличение отходов, при решении экологических ребусов, сортировки отходов по маркировкам, классам и срокам разложения
	Соцопрос	«Мнение студента»	1/86	Опрос студентов направлен на выявление уровня осведомленности студентов в сфере экологии, направлен на изучение путей улучшения экологической грамотности

Природоохранные	Субботники	«Чистые игры», субботник в Волжско-Камском заповеднике в рамках Всероссийской акции «Открывая страну», субботник в пос. Юдино «Зеленая Россия», субботник в парке «Манзара», субботник в парке «Савиново»	9/181	Участники освоили процесс высадки саженцев деревьев, очистили территории парков, а также изучили процесс сортировки отходов по направлениям. Мероприятия направлены на приобретение навыков сбора экологичной посуды для пикника и знаний о том, как повторно использовать отходы
	Акции	«Фудшеринг», «Природные ресурсы», «Дармарка», «Раздельный сбор мусора», «Сбор макулатуры в рамках акции «Миллион Родине», «Экология – дело каждого», «Сбор вторичного сырья», «Кино-вечер»	15/724	Обмен ненужной едой. Освоение процесса утилизации пластиковых отходов по 7 маркировкам; сбор вторичного сырья: макулатуры, пластика, стекла и батареек для переработки и утилизации; сбор полезных вещей с целью их обмена и сокращения отхообразовании; воспитание патриотизма
Научно-исследовательские	Научно-исследовательские конкурсы	«Лучший молодой учёный РТ 2022»	1/1	Выступление с научными работами об экологически безопасных материалах, используемых в строительстве с целью защиты окружающей среды и населения
	Научно-практические конференции	IV Международная научно-техническая конференция «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии», Всероссийская научно-практическая конференция «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии»	2/35	Выступления с научно-практическими работами по направлениям: техносферная безопасность в строительстве; инженерная защита окружающей среды; региональные экологические проблемы в строительстве; городская экологическая среда. Получение новых теоретических и практических знаний, обсуждение проблем экологии и путей их решения
	Социально-экологические конкурсы, форумы	Республиканские конкурсы «ЭКОВОЛНА», «ЭКВЕСТ», «Зелёный эч-почмак»; XXIII открытый экологический Форум школьников «Зилант» в Казанском Федеральном Университете	4/25	Выступление с социально-значимыми проектами по внедрению экологических отрядов в образовательные организации, с целью просвещения студенческой молодежи о проблемах экологии, по разработке и внедрению цифровых технологий в сферу охраны окружающей среды в России

Эффективность реализации деятельности по направлениям: эколого-просветительской, природоохранной и научно-исследовательской работы обоснована количеством мероприятий – 55 мероприятий (рис. 1), в результате

которых увеличилась численность экологически-образованной молодежи – 1765 человек (рис. 2).

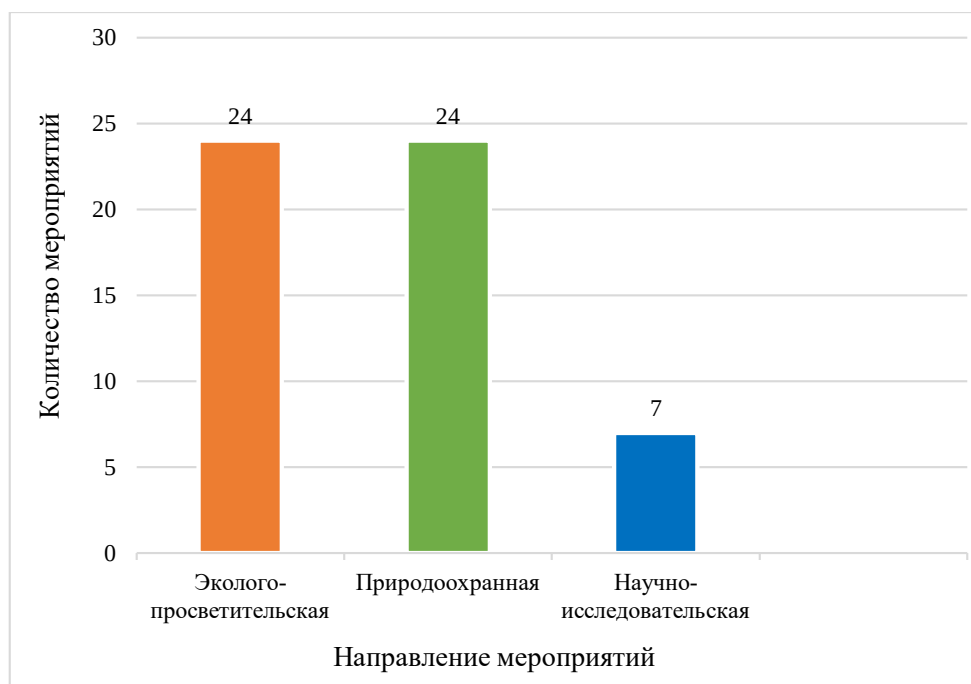


Рис. 1. Количество мероприятий, проведенных молодёжным экологическим отрядом «ГринЛайт» за 2023 год

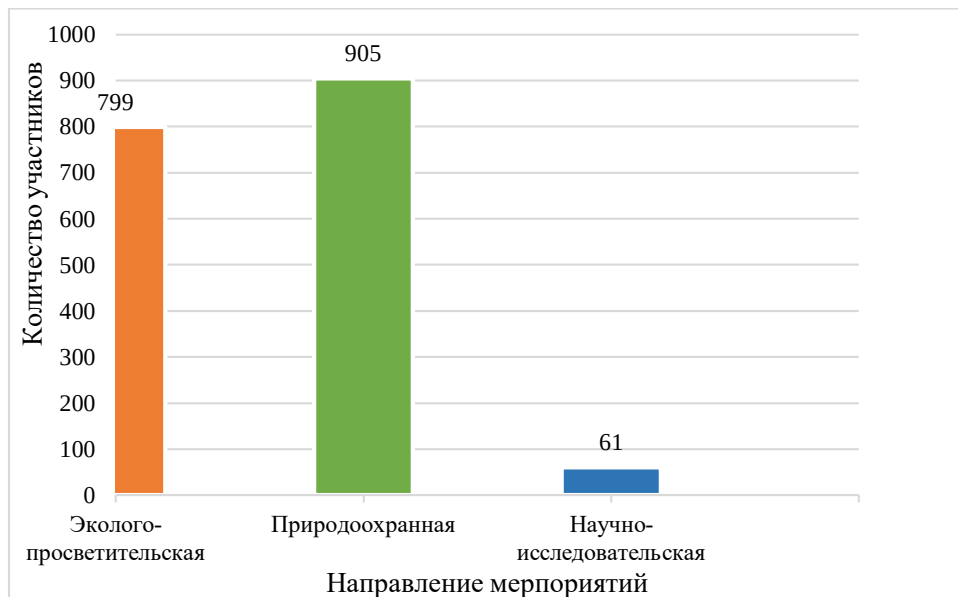


Рис. 2. Количество участников, привлеченных молодёжным экологическим отрядом «ГринЛайт» за 2023 год

Анализ данных (рис. 1, 2) свидетельствует не только о росте количества мероприятий и численности участвующих студентов, но и об эффективности организованной деятельности молодежного экологического отряда.

Наибольшая заинтересованность студенческой молодежи проблемами экологии наблюдается при проведении природоохранных мероприятий – 51,27%, по сравнению с эколого-просветительскими – 45,27%, научно-исследовательскими – 3,47%. Полученные данные подтверждают не только значимость экологических вопросов среди населения, но и обосновывают перспективность реализации таких подходов для более демонстративного освещения экологической обстановки, что позволяет повысить вовлеченность молодого поколения к сохранению природного наследия и защите окружающей среды.

Выводы

Показана роль и функциональная работа молодежных экологических отрядов, заключающаяся в организации процесса экологического образования и роль активной молодежи при этом неоспорима. Деятельность таких движений способствует не только организации позитивной воспитательной среды, но и дает возможность реализовать экологические инициативы студенческой молодежи по решению проблем экологии. Очевидно, что развитие форм обучения экологической культуре и увеличение активности населения позволит улучшить экологическую обстановку в регионах страны.

Список использованной литературы

1. Камалова Ф.Р., Холова Ш.А. Экологическая проблема современности как глобальная проблема человечества // Academic research in educational sciences. – 2022. – № 2. – С. 452–456.
2. Строганов В.Ф., Громаков Н.С. О кадровом обеспечении подготовки специалистов по экологической безопасности в строительстве // Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии. – 2022. – № 1. – С. 11–17.
3. Жидков А.А., Гордеев К.С., Федосеева Л.А. Актуальные проблемы экологического образования и воспитания // Трибуна ученого. – 2021. – № 6. – С. 52–55.
4. Недюрмагомедов Г.Г., Атаев З.В. Национально региональный опыт реализации экологического образования для устойчивого развития и сохранения природно-культурного наследия региона // Юг России: экология, развитие. – 2023. – № 1(66). – С. 140–156.
5. Кольванова Л.А., Носова Т.М. Инклюзивное биоэкологическое образование в аспекте модернизации профессиональной подготовки студентов колледжа. Модернизация

естественно-научного образования: методика преподавания и практическое применение. Сборник статей 4 Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию естественно-географического факультета ФГБОУ ВПО ПГСГА. – 2014. – С. 96–104.

6. Волкова О.Н. Перспективные экологические профессии в условиях нарастания экологического кризиса // Экосистемы. – 2021. – № 25. – С. 125–134.

7. Залужская А.В. Молодежные экологические движения в России и Германии. В сб.: Знания молодых – будущее России. Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции. – 2021. – С. 75–77.

8. Балдов Д.А., Кисель А.А., Колобов Е.А. Студенческий экологический отряд в системе экологического движения и просвещения. В сб.: Экологическое образование сегодня. Взгляд в будущее. Сборник материалов и докладов V Всероссийской научно-практической конференции по экологическому образованию / под общ. ред. В.А. Грачева. – 2018. – С. 1139–1144.

9. Емельянова Д.И., Спирина О.В. Роль молодежно-экологических движений в социализации населения Республики Татарстан. В сб.: Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии. – Казань, 2022. – № 1. – С. 39–52.

10. Каримуллина Д.И., Антонова И.И., Юдина А.П. Студенческие инициативы в поддержку устойчивого развития экологической политики государства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии». – Казань: КГАСУ, 2023. – Т. 1. – № 1. – С. 36–46.

УДК 338.138

ЭКОМАРКЕТИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ

Шарафутдинова Анастасия Валерьевна, канд. тех. наук, доцент,

Хамидуллина Зульфия Нурахметовна, студент,

Колниболотчук Дарья Андреевна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: shar.fik@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена исследованию современного состояния экологического маркетинга в России и других странах мира. В ней рассмотрены основные экологические инициативы компаний и стратегии

экомаркетинга, его роль в экологическом просвещении населения, а также влияние на потребителей и на развитие бизнеса.

Ключевые слова: *экомаркетинг, вторсырье, экопросвещение, экоценности, компания, экоинициативы.*

ECOMARKETING AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION OF SOCIETY

Sharafutdinova A.V., Khamidullina Z.N., Kolnibolotchuk D.A.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *The article is devoted to the study of the current state of environmental marketing in Russia and other countries of the world. It examines the main environmental initiatives of companies and eco-marketing strategies, its role in environmental education of the population, as well as its impact on consumers and business development.*

Keywords: *eco-marketing, recyclable materials, eco-education, eco-values, company, eco-initiatives.*

Введение

Согласно исследованию «Потребительский сектор в России – 2021», более $\frac{2}{3}$ покупателей придают значение эконаправленности брендов и даже готовы переплачивать за экологичные продукты. На фоне обострения проблем окружающей среды одним из ведущих трендов в бизнесе становится экомаркетинг [1].

Экомаркетинг – это маркетинг, направленный на удовлетворение потребностей целевой аудитории через товары и услуги, которые помогают беречь окружающую среду [2].

Среди наиболее актуальных экологических проблем, требующих внимания, можно выделить изменение климата, загрязнение воды и воздуха, утрату биоразнообразия и утилизацию отходов. Динамика потребления

промышленных продуктов также представляет серьезную угрозу для окружающей среды. Цель экомаркетинга везде одна – создание устойчивых и экологически ответственных брендов и продуктов. Различные компании и отрасли сталкиваются с уникальными экологическими проблемами в зависимости от характера своей деятельности.

В современном обществе растет интерес к защите окружающей среды, поэтому компании пересматривают корпоративные ценности и меняют бизнес-модели, чтобы соответствовать новым потребностям целевой аудитории [2].

В стремлении стать экологически ответственными компании реализуют разные инициативы:

- использование экологически чистого сырья и вторично-перерабатываемых материалов при изготовлении «чистой» продукции; внедрение производственных технологий, способных уменьшить вредные выбросы в атмосферу, и переход на энергоэффективное оборудование; вторичная переработка использованной упаковки, одежды и обуви. Например, так поступает известная американская компания, специализирующаяся на спортивной одежде и обуви;

- изготовление продукции из вторсырья [3]. Например, сумки из пластиковых бутылок от американской компании, специализирующейся на производстве спортивной одежды и спортивного оборудования; повторное использование упаковки [4]. В России этим занимается компания «Верни стакан»: их пластиковые стаканы используются в Екатеринбурге в кофейне «Город просыпается». После использования посетители должны самостоятельно помыть стаканы дома и вернуть их в заведение;

- отказ от неэтичных методов производства и продвижения товаров. Примером служит известная Британская косметическая компания, которая уже более 30 лет борется с практикой тестирования образцов косметики на животных; разработка программ по экопросвещению [5]. Например, «Яндекс. Лавка» учит своих потребителей разбираться в разновидностях пластика и

читать маркировку, рассказывает, какую упаковку можно сдать в переработку, а какую нет; внедрение экоценностей в собственную корпоративную культуру. Например, в офисах Adidas не используют одноразовую пластиковую посуду и бойлеры, практикуют раздельный сбор отходов, организуют воркшопы по экологии.

Рассмотрим пользу экомаркетинга для бизнеса. С одной стороны, внедрение экологических технологий в бизнес спасает планету от экологического кризиса, с другой – преследует не только социальную, но и коммерческую выгоду [6]. Благодаря заботе об экологии бизнес получает весомые преимущества, такие как:

- рост клиентской лояльности;
- увеличение прибыли. В среднем в мире каждый третий покупатель готов платить на 25% больше за продукцию, если уверен в её безвредности для окружающей среды [5];
- внедрение экологических инициатив позволяет существенно сэкономить. Так, например, добавление переработанного пластика в упаковку позволяет удешевлять тару на 5–10%. А уменьшение веса тары на 2–5 граммов позволит избежать образования 179160 кг пластиковых отходов за 2023 год [7].

Рассмотрим опыт зарубежных компаний, использующих экомаркетинг в своей деятельности.

- Британская бьюти-марка Lush продает свои товары – твердые шампуни, бомбочки для ванны и даже гели для душа, без упаковки. Клиенты забирают косметику домой в многоразовых контейнерах или тканевых косметичках из переработанных материалов. Состав продукта, срок годности, правила хранения покупатели узнают через приложение. В этом году британская компания Burberry заявила о запуске коллекции одежды, которая будет сделана из нового нейлонового материала, изготовленного из касторового масла и полиэфирной нити, произведенной из переработанных пластиковых бутылок.

- Калифорнийская компания Rothy's изготавливает обувь из переработанных пластиковых бутылок. Пластик стерилизуют, нарезают на мелкие кусочки и прессуют в гранулы, а затем нагревают и растягивают до нитей. Обувь печатают на 3D-принтере, используя специальную болванку в форме ноги, и продают в биоразлагаемой упаковке.

- Компания Apple также активно заботится об экологической стороне производства своих продуктов. Каждый розничный магазин во всех странах мира принимает продукты Apple для правильной утилизации, существует программа, которая предоставляет скидки тем, кто сдает свои старые устройства.

- Продукция компании Samsung выпускается в высокоэкологичной, полностью перерабатываемой упаковке, а также проверяется на наличие опасных для здоровья сырьевых компонентов. После окончания срока службы устройство можно сдать на бесплатную утилизацию.

Рассмотрим примеры экомаркетинга Российских компаний на примере экологических инициатив МТС.

- Экоакции по сбору и утилизации использованных батареек и аккумуляторов «Батарейки, сдавайтесь!». Данная инициатива направлена на повышение осведомленности об ответственном обращении с батарейками и аккумуляторами, а также на создание удобных условий для их сбора и утилизации.

- Субботники «Экологический десант МТС» в Саратове. Это мероприятие по очистке общественных пространств Саратова от мусора, объединяющее сотрудников компании и горожан.

- Всероссийская экологическая акция по сбору макулатуры «Спаси дерево». Эта инициатива поощряет ответственное потребление бумаги и снижает вырубку лесов.

- Экологическое просвещение с «Фиксиками». МТС совместно с создателями и героями анимационного сериала «Фиксики» запустила образовательную программу, которая знакомит детей с принципами осознанного потребления и учит их бережно относиться к окружающей среде и др.

Основатели мастерской Qullar, выпускники КГАСУ Константин Максимов и Александр Николаев, занимаются созданием уличной и интерьерной мебели. Компания уже начала установку своей продукции в парках и скверах города. За три года казанское предприятие Qullar переработало до одной тысячи тонн пластика в месяц, изготавливая различную мебель, включая столы, стулья, урны и книжные полки. Исходный материал для производства мебели компания закупает в местных пунктах сбора вторсырья. Новгородский производитель зубной пасты и бытовой химии Splat вывел отдельный суббренд Bio Mio. Недавно Bio Mio установили автоматы-рефилы, с помощью которых можно упаковать товар в ранее приобретенную в супермаркетах «Перекресток» упаковку [6]. В рамках экологической стратегии московская розничная сеть супермаркетов Вкусвилл собирает для последующей утилизации большое количество самого разного вторсырья. Ритейлер принимает крышки от бутылок, батарейки, мягкую упаковку, карты, книги, блистеры, ненужную одежду, пластиковые бутылки и алюминиевые банки, а также реализует отказ от бумажных чеков и пакетов. За покупки в свою ёмкость компания начисляет бонусы на карту лояльности бренда. Благодаря этому всего за год более 850 тысяч покупателей отказались от пакетов, и 705 тысяч убрали из заказа лишние одноразовые пакетики для фасовки.

Однако на рынке известна практика и нечестного маркетинга — так называемого «гринвошинга». Чаще всего это использование несуществующих экомаркировок, пустые заявления fashion-ритейлеров о переработке одежды и др. [2; 7]. Для того чтобы экомаркетинг работал, важно вовлекать население для участия в экоинициативах. Поэтому они должны быть доступными и вызывать эмоциональный отклик [1; 8].

Однако не стоит ждать от клиента, что он поедет отдавать пластиковую карту банка на переработку в единственный офис в городе, необходимо расширять пункты приема по всему городу. Очень важно доносить до потребителя ценность его экодействия, понятно рассказывать, что произойдет, если именно он поддержит экологическую инициативу компании [9].

Выводы

Таким образом, рассмотренные примеры позволили определить, что экологические проблемы стали еще более актуальными для общественности, поэтому важно уделять внимание экомаркетингу, как одному из направлений экологического воспитания общества. Важной задачей всех компаний на данный момент должно стать непрекращающееся развитие экомаркетинга и его популяризация, с целью защиты окружающей среды и воспитания экологически ответственного общества.

Список использованной литературы

1. Зинцова М.В., Воронцова М.А., Зинцов К.С. Реализация концепции экологического маркетинга // Российский внешнеэкономический вестник. – 2023. – № 8. – С. 94–104.
2. Д'Монти Д. Экология и экономика: границы развития // Экология и жизнь. – 2006. – № 3. – С. 22–26.
3. Мубаракшина Ф.Д., Гусева А.А. Современные проблемы и технологии переработки мусора в России и за рубежом // Известия КГАСУ. – 2011. – № 4(18). – С. 91–98.
4. Лукина А.В. Экологический фактор в поведении российских потребителей / А.В. Лукин // Маркетинг. – 2017. – № 4. – С. 56–64.
5. Дайман С.Ю., Островкова Т.В., Заика Е.А., Сокорнова Т.В. Системы экологического менеджмента для практиков. – Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2014. – № 5. – С. 212–214.
6. Бададян Л.В., Писарева Е.В. Развитие экологического маркетинга в России // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2016. – Т. 201. – № 4. – С. 311–324.
7. Бородин А.В. Механизмы реализации эколого-экономического управления предприятием // Проблемы теории и практики управления. – 2006. – № 6. – С. 112–123.

8. Писарева Е.В. Маркетинговое исследование востребованности экологического продовольствия в молодежной среде: декларация, реальность, перспективы // Практический маркетинг. – 2015. – № 10 (224). – С. 89–91.

9. Строганов В.Ф., Громаков Н.С. О кадровом обеспечении подготовки специалистов по экологической безопасности в строительстве // Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции «Наследие В.И. Вернадского и современные проблемы экологии». – Казань: Изд-во КазГАСУ, 2022. – С. 11–16.

УДК [502:37.015.311]:[140.8:821.512.111-1Ухсай]

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ ЧЕРЕЗ РЕТРОСПЕКТИВУ ВЗГЛЯДОВ НАРОДНОГО ПОЭТА ЧУВАШИИ Я. УХСАЯ

Сытина Татьяна Феликсовна, ст. преп.,

Шлемпа Олег Анатольевич, ст. преп.

*ФБГОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
г. Чебоксары, e-mail: t.sitina@rambler.ru, shlempa@rambler.ru*

Аннотация. Решение экологических проблем невозможно без становления экологической культуры, которая определяется качеством экологического образования и воспитания. Рассмотрен подход формирования экологической гражданской ответственности возможно через опыт предыдущих поколений, на примере выдающихся представителей народа.

Ключевые слова: экологическая культура, экологическое воспитание и просвещение, экологическая гражданственность.

FORMATION OF ECOLOGICAL CITIZENSHIP THROUGH A RETROSPECTIVE OF THE VIEWS OF THE NATIONAL POET OF CHUVASHIA YA. UKHSAI

Sytina T.F., Shlempa O. A.

Chuvash State University, Cheboksary

Annotation. Solving environmental problems is impossible without the development of an environmental culture, which will be determined by the quality of

environmental education and upbringing. The approach to the formation of environmental citizenship is considered, possibly through the experience of previous generations, using the example of outstanding representatives of the people.

Keywords: *environmental culture, environmental education, environmental citizenship.*

Введение

Обострение экологических проблем и поиски путей их решения требуют дальнейшего развития экологического образования и воспитания, обеспечивающего воспроизводства человеком экологической культуры. Проявляясь в повседневной деятельности человека, экологическая культура способствует оптимизации окружающей природы через необходимость личного участия в её охране. Качество экологического воспитания и образования в первую очередь обуславливают степень сформированности экологической культуры, одной из сторон которой является экологическое гражданство. Экологическое гражданство – это ответственное проэкологическое поведение граждан, участие людей в поддержании и сохранении экологического баланса.

Изучение экологических проблем следует строить с позиции гуманизации общего образования. В.И. Вернадский в процессе научной деятельности пришёл к выводу о неизбежности перехода биосферы в новую стадию своего развития – ноосферу, главным фактором развития которой становится разум человека и связанная с ним новая, геологических масштабов сила – научная мысль и научная организация человечества. Связь человека и окружающего мира неразрывна, человек един с природой, а его разум – явление закономерное. Он предполагал, что наука должна соответствовать требованиям ноосферы, человеческому разуму, который должен быть направлен не на разрушение, а на созидание. Таким образом, теория ноосферы определяет, как ведущий (определяющий) не материальный компонент, а духовно-ценностный [1].

В рамках различных научных дисциплин, разрабатывающих задачи экологии, важная роль принадлежит наукам о Земле, решающих и региональные экологические проблемы. Именно решение наиболее и реально значимых для обучающихся проблем, относятся к экологическим проблемам. Такой подход позволяет не только генерировать эколого-географические знания, но и формировать их экологическую гражданственность.

В настоящее время в Чувашской Республике естественные ландшафты повсеместно уступили место природно-антропогенным, при этом большая часть территории превращена в агроландшафты. Естественные ландшафты сохранились лишь в Заволжье и Присурье. Общая площадь земельного фонда Чувашии составляет 1834,3 тыс. га. Из них земли сельскохозяйственного назначения составляют – 55,4% и земли лесного фонда – 32,3%. Наиболее крупные лесные массивы встречаются в юго-западной части республики и в Заволжье. Значительные площади заняты дорогами и населенными пунктами. Высокая степень освоения территории обязывает и призывает к более бережному отношению к природе.

Изучение региональных проблем открывает новые возможности для углубления и расширения географических и экологических знаний, необходимых для становления и формирования экологической гражданственности обучающихся. Экологическое содержание географических образовательных курсов необходимо раскрывать и усиливать разными способами – через проектную [2; 3], научно-исследовательскую деятельность [3], участие в разнообразных эколого-географических конкурсах, смотрах, фестивалях. Например, такие мероприятия как республиканский конкурс «Живи, родник!», республиканский фестиваль «Черные ключи» не только охватывают многотысячный коллектив единомышленников, равнодушных к состоянию окружающей среды, но и позволяют привлечь новых сторонников бережного отношения к природе.

Формированию экологической гражданственности также способствуют литературные работы народного поэта Чувашии Якова Гавриловича Ухсая –

общественно-политического деятеля, фронтовика, публициста, заслуженного деятеля культуры Чувашской АССР. В своих публицистических очерках Я. Ухсай на протяжении многих лет выступал в защиту земельных ресурсов, всей живой природы, призывал организовывать противоэрозионные и мелиоративные мероприятия, создавать прудовые хозяйства и проводить лесовосстановительные работы. По произведениям творца можно проследить вехи развития чувашского народа, начиная с XVIII по XX века. Его труды освещают все стороны народной жизни с ее многогранным опытом. Я. Ухсай отмечает, что любовь к родному краю, родной земле порождает чувство патриотизма. Любовь к родным местам выражается, по его мнению, не словами, а конкретными поступками. Он призывает бережно относиться к духовному богатству народа, развивать в себе трудолюбие, бережное и уважительное отношение к земле и природе.

Литературное творчество Якова Гавриловича раскрывает изумительные образы природы и людей родного края, которые предстают перед нами замечательными и удивительными, бесконечно дорогими и любимыми, что способствует формированию любви к малой родине и патриотизма. Поэт неоднократно указывал на приоритет экологических интересов человека над социально-экономическими и политическими интересами и призывал к защите природы и бережному отношению к её богатствам.

В газете «Советская Чувашия» Я. Ухсайем была напечатана статья «Думы о земле», в которой, как и еще более чем в 25 публикациях, он обратил внимание на постоянное сокращение земельных угодий, заиление рек и водоемов, рост оврагов, снижение плодородия земель. Эти публикации затронули читателей и вызвали широкий отклик. Затронутая автором злободневная тема вызвала вал писем читателей [4].

Знакомые детям со школьных лет стихи Якова Гавриловича Ухсайа будят в них нежные чувства любви к природе, ко всему живому на земле. В стихах отражаются картины природы в различные периоды ее состояния, что говорит об умении проводить фенологические наблюдения через художественное

произведение. Формирование современного человека невозможно без привития чувства любви к родному краю, умения понимать красоту природы. И сегодня, когда экологическое воспитание занимает одно из ведущих мест в деле становления личности, произведения Я. Ухсая, несомненно, способствуют формированию экологической гражданственности.

На завершающем этапе творчества поэтом создан ряд произведений, затрагивающих наиболее важные вопросы экологии, взаимодействия и взаимопроникновения природы и духовного начала человека: «Хура кураксем» (Грачи, 1959, 1983), «Шӑлхушшинчетапрапӑрчи» (Крупинка земли, 1973, 1983), «Атте-анне» (Родители, 1985), «Сутсанталӑк» (Природа, 1984). В своих последних работах он обращается к людям с призывом, остановить самоубийственное разрушение природы, ведущее к нравственной деградации. Поэт, как и В.И. Вернадский, смотрит своими стихами в будущее, где не будет войн, голода, где должны раскрываться способности и возможности человека, а сам человек становится лучше и прекраснее.

Литературные труды Якова Гавриловича – это труды философа-натуралиста, мыслящего категориями экологии. В своих работах, опубликованных в центральной и республиканской печати – «Думы о Земле», «Слово об источнике жизни», «Цвести садам», «Когда земля плачет», «Трагедия малых рек» [5], «О лесах, водах и заводах», «Когда равнодушие становится преступлением», «Почему пекинские утки стали сухопутными» [6] автор раскрывает животрепещущие вопросы бережного отношения к земле и лесам, водоемам.

Для формирования экологической гражданственности необходим реальный местный контекст – решение проблем загрязнения Волги, сокращения видового разнообразия фауны и флоры. Животрепещущей проблемой в деле сохранения культурно-исторического и природного наследия Чувашской Республики является поиск новых актуальных форм представления и использования культурно-исторических комплексов, интегрированных в своеобразную природную среду. В республике восстановлена работа

Чувашского регионального отделения Русского географического общества, в состав в которого активно влились преподаватели историко-географического факультета ЧувГУ им. И.Н. Ульянова. Они занимаются изучением природных, природно-антропогенных и хозяйственных геосистем на региональном и локальном уровне.

В курсе преподавания предметов «Физической географии Среднего Поволжья», «Эколого-географическое образование и краеведение» активно внедряются проектные формы обучения студентов экологической направленности. Создаются проектные работы по темам: «Геологические памятники Чувашии, как объекты научного туризма», «Этнические аспекты развития земледелия в Чувашии», «Отражение природы Чувашии в народных промыслах», «Изучение культурных ландшафтов Чувашии (по административным районам)», «Экологическое состояние дубрав Среднего Поволжья».

Выводы

Масштабность идей Я.Г. Ухсая, отражающих экологическую направленность творчества, обеспечивает формирование традиций, экологической культуры и экологической гражданственности у молодого поколения. Опора на опыт народного поэта помогает в проведении круглых столов «Значение природы для жизнедеятельности человека» уроков-«ретроспектив», практико-ориентированного обучения основе «истории жизни». В ходе реализации разнообразных проектов на историко-географическом факультете ЧувГУ, в Чувашском республиканском отделении РГО, школьных методических объединений, в профессиональных учебных заведениях осуществляется следующее.

1. Организация геоэкологических наблюдений, описаний, обобщений, работа с архивными материалами, способствует получению обучающимися навыков научных исследований, освоению опыта охраны природы предыдущих поколений и его внедрения.

2. Популяризация опыта работы ведущих ученых, исследователей, учителей, методистов по экологическому образованию в республике.

3. Совместные научные исследования с обучающимися, которые способствуют вовлечению их в природоохранную деятельность, позволяют участвовать в мероприятиях по её улучшению и защите, реализуют идеи сотрудничества «Школа – СПО – ВУЗ», способствуют формированию экологической гражданственности.

4. Публикации в СМИ, участие в школьных, студенческих научно-практических конференциях, размещение результатов проектов в Интернете будут содействовать формированию экологической культуры и патриотизма.

Список использованной литературы

1. Юсько Т.Н. Идеи В.И. Вернадского для развития российского экологического образования // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 10. – С. 109–110. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=4535> (дата обращения: 27.03.2024).

2. Сытина Т.Ф., Шлемпа О.А Проектное обучение – практика внедрения в среднем профессиональном образовании. Яковлевские чтения: патриотизм, гражданственность, духовность в аспекте современных социокультурных процессов // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 175-летию со дня рождения И.Я. Яковлева. – Чебоксары, 2023. – С. 744–748.

3. Сытина Т.Ф., Шлемпа О.А. Проектно-исследовательская деятельность в эколого-географическом образовании как средство формирования предметных и метапредметных результатов. Природные и социальные экосистемы // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России и 80-летию со дня рождения А.П. Айдака. – 2017. – С. 133–134.

4. О лесах озерах, реках // Советская Чувашия. – 1959. – № 84, 10 апреля.

5. Ухсай Я.Г. Трагедия малых рек // Советская Чувашия. – 1959. – № 49, 27 февраля.

6. Ухсай Я.Г. Почему пекинские утки стали сухопутными // Советская Чувашия. – 1959. – № 66, 20 марта.

*Раздел 2. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

УДК 546.3; 377.4 (20)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Мухаметшина Румия Мугаллимовна, канд. хим. наук, доцент,

Ялалова Динара Ренатовна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: rumya211@yandex.ru*

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Определены источники загрязнения и токсическое действие наиболее опасных тяжелых металлов. Представлены результаты анализа изучения особенностей аккумуляции тяжелых металлов в живых организмах.*

***Ключевые слова:** тяжелые металлы, загрязнение, токсичность, среда, здоровье.*

**ENVIRONMENTAL POLLUTION
HEAVY METALS**

Mukhametshina R.M., Yalalova D.R.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

***Annotation.** The article examines the problem of environmental pollution with heavy metals. The sources of pollution and toxic effects of the most dangerous heavy metals are determined. The results of the analysis of the study of the features of accumulation of heavy metals in living organisms are presented.*

***Keywords:** heavy metals, pollution, toxicity, environment, health.*

Введение

Тяжелые металлы являются широко распространенными загрязнителями окружающей среды. Их токсикологическое воздействие представляет серьезную угрозу для здоровья человека, поражая жизненно важные органы и нанося долгосрочный вред. Даже в следовых количествах тяжелые металлы, такие как свинец, ртуть, кадмий, хром и мышьяк, проявляют токсичность, вызывая различные проблемы со здоровьем, что обуславливает актуальность исследований, связанных с регулированием токсического воздействия тяжелых металлов. Понимание и смягчение воздействия тяжелых металлов имеют решающее значение для защиты здоровья населения и экологического благополучия.

Тяжелые металлы в следовых количествах играют важную роль в физиологических процессах живых организмов благодаря ферментативной активности. Антропогенная деятельность, такие как индустриализация, урбанизация, удаление отходов и сельскохозяйственная отрасль, приводит к выбросу тяжелых металлов в окружающую среду. Бионакопление, токсичность, бионеразлагаемость и стойкость являются отличительными чертами тяжелых металлов, которые влияют на окружающую среду и здоровье человека [1; 2].

Тяжелые металлы загрязняют воздух, воду и почву, создавая риски для окружающей среды. Через пищевую цепь люди и другие живые существа могут вступать в контакт с тяжелыми металлами, которые могут стать чрезвычайно токсичными в сочетании с другими переменными окружающей среды, такими как вода, почва и воздух [3]. Ионы металлов, как правило, растворимы в водной среде и не подвергаются биоразложению. Поэтому токсичные металлы быстро проникают и накапливаются в пищевой цепи человека. Воздействие токсичных металлов через загрязненную пищу, воду и воздух может привести к ряду проблем со здоровьем, включая токсичность и канцерогенность. Значимость этой проблемы еще больше возрастает в связи с быстрым выбросом металлосодержащих отходов в окружающую среду как прямо, так и косвенно, в ходе различных промышленных процессов. Этот неконтролируемый выброс представляет собой прямую угрозу экосистемам, внося значительный вклад в

загрязнение окружающей среды. Чтобы защитить окружающую среду и здоровье человека, становится необходимым понять происхождение и токсикологические последствия этих тяжелых металлов. Следовательно, острая необходимость решения этой проблемы возникает из-за того, что тяжелые металлы, будучи небиоразлагаемыми и ядовитыми, потенциально способны вызвать долговременные и далеко идущие последствия. Многие исследователи сосредоточили свое внимание на тяжелых металлах из-за их токсичности и канцерогенности [4–7]. Быстрая урбанизация, индустриализация и деятельность человека приводят к выбросу тяжелых металлов в окружающую среду. Металлосодержащие отходы прямо или косвенно попадают в окружающую среду, создавая угрозу экосистемам и вызывая серьезное загрязнение. Поэтому, прежде чем выбрасывать твердые или жидкие отходы в окружающую среду, эти металлы должны быть удалены или изолированы. Рассмотрим источники и токсикологическое воздействие некоторых наиболее токсичных тяжелых металлов, таких как мышьяк, кадмий, хром, кобальт, свинец, ртуть.

Загрязнение мышьяком может иметь антропогенный и природный источник. Природные процессы выветривания, пожаров, извержения вулкана, минеральные руды, долговременные геохимические изменения, а также различные промышленные стоки, например, из металлургического, керамического и гальванического секторов; производство энергии из ископаемого топлива приводят к распространению мышьяка. Наиболее распространенными видами мышьяка, обнаруженными в водоемах, являются анионные разновидности арсената (V) (H_2AsO_4^-) при pH 2–6 и арсенита (III) (H_2AsO_3^-) при pH 9–12, существующие в виде оксоанионов. Мышьяк оказывает различное негативное воздействие на биологическую систему, вызывает расстройства нервной и дыхательной систем, желудочно-кишечным нарушениям.

Основными источниками кадмия являются никель-кадмиевые аккумуляторные батарейки, гальванические, горнодобывающие и металлургические предприятия, а также сварка. Потоки отходов атомных электростанций также содержат нежелательные уровни ионов Cd^{2+} . Кадмий

оказывает токсическое воздействие преимущественно на дыхательную систему, кости и почки. Он может вызвать смертельную почечную недостаточность, остеопороз, остеомалацию, заболевание легких, поражение костей, желудочно-кишечные расстройства, бронхиты и рак. К характерным симптомам острого отравления кадмием у многих больных относится потеря обоняния, потеря веса, гипертония, отек легких, головная боль, тошнота, рвота и диарея.

Одним из наиболее опасных тяжелых металлов, который часто обнаруживают в промышленных сточных водах, является хром. Двумя основными степенями окисления хрома, обнаруженными в воде, являются трехвалентный хром (Cr (III)) и шестивалентный хром (Cr (VI)). Считается, что наиболее ядовитым является Cr (VI), который обычно содержится в виде ионов хромата или дихромата. Из-за своих мутагенных канцерогенных свойств шестивалентная форма считается канцерогеном для человека. Воздействие хрома происходит при контакте кожи человека с хромом или его соединениями. Пищевые компоненты, содержащие хром (III), являются основными источниками усвоения хрома, поскольку многие фрукты, овощи, мясо, крупы, дрожжи естественным образом содержат хром (III). Производство красок и пигментов, производство стали, гальваническое производство входят в число отраслей, в которых Cr (VI) часто выбрасывается в водоемы через сточные воды. Элемент хром чрезвычайно токсичен и канцерогенен. Вдыхание хрома (VI) может привести к носовому кровотечению и раздражению. Следовые уровни воздействия хрома могут привести к изменениям генетического материала, которые могут привести к опухолям и раку легких, а также аллергическому дерматиту, тошноте, рвоте, тяжелой диарее, респираторным проблемам, нарушению иммунной системы.

Кобальт является компонентом витамина B₁₂ или кобаламина, который жизненно важен для здоровья человека. Однако избыточный кобальт может оказывать большое негативное влияние на здоровье человека. Кобальт – металл, который часто используется в радиоизотопной терапии, турбинах, сплавах, электронике и фарфоре. Растения, которые растут на загрязненной

почве или получают более высокие дозы кобальта при орошении, приобретают этот металл, который затем попадает в пищевую цепочку, питающий людей. Повышенное потребление кобальта может привести к анемии, проблемам с сердцем, рвоте, тошноте, повреждению щитовидной железы и проблемам со зрением.

Свинец встречается в природе в трех различных валентных состояниях: $Pb(0)$, $Pb(II)$ и $Pb(IV)$. Свинец содержится в минеральных образованиях. Из них свинец (II) является наиболее распространенным и легко биоаккумулируется в пищевой цепи. Он часто связан с другими тяжелыми металлами, такими как цинк, медь, ртуть. Свинец поступает из различных источников, таких как выбросы транспортных средств, горнодобывающая промышленность, сжигание угля и пластмасс, сточные воды при производстве аккумуляторов, присадки к бензину, удобрения, пестициды, краски, пигменты, сплавы, листы и другие источники. Допускается содержание Pb в питьевой воде на уровне 0,015 мг/л. Воздействие свинца имеет множество негативных последствий для здоровья, включая снижение рождаемости, сердечно-сосудистые заболевания, нарушение функции почек и аномалии развития нервной системы.

Для смягчения воздействия тяжелых металлов существуют различные методы, в том числе химическое окислительно-восстановительное осаждение, известковая коагуляция, ионный обмен, электрохимическая обработка, мембранный метод, экстракция растворителем, адсорбция на активированном угле, выпаривание и т.д. В области контроля загрязнения тяжелыми металлами перспективным является биологический путь. Биосорбция является эффективным методом удаления тяжелых металлов из различных типов сточных вод [8; 9]. Она включает взаимодействие ионов металлов с металлосвязывающими белками на основе клеточных стенок в микроорганизмах и растениях. Биосорбция может осуществляться с использованием живых организмов или неживой, метаболически инертной биомассы, полученной из микроорганизмов или растений. Низкие

эксплуатационные расходы, экологичность, простота использования, высокая эффективность удаления металлов из разбавленных растворов, минимальный химический и биологический шлам, отсутствие необходимости в дополнительных питательных веществах, регенерация биосорбента и возможность восстановления металлов являются основными преимуществами биосорбции по сравнению с традиционным методом обработки.

Выводы

Таким образом, в результате увеличения темпов индустриализации и технического прогресса в результате многих технологий по гальванической защите изделий, тяжелые металлы попадают в окружающую среду из различных источников, создавая угрозу как здоровью человека, так и окружающей среде. Бионеразлагаемость тяжелых металлов увеличивает риски, связанные с длительным воздействием и накоплением. В связи с этим широкое присутствие тяжелых металлов в окружающей среде представляет значительный риск для здоровья человека и экосистемы, следовательно, очень важно срочное исполнение целенаправленных действий правового порядка и направленных технических решений по очистке сточных вод, содержащих тяжелые металлы.

Список использованной литературы

1. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде / В.А. Алексеенко. – М.: Университетская книга, 2015. – 264 с.
2. Медведев И.Ф., Дервягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. – Саратов: Ракурс, 2017. – 178 с.
3. Алыков Н.М., Шачнева Е.Ю. Влияние токсичных металлов на окружающую среду // Наука Красногорья. – 2012. – № 4. – С. 35–48.
4. Бусарев А.В., Абитов Р.Н., Селюгин А.С., Бахметова Л.А. Исследование процессов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Известия КГАСУ. – 2019. – № 2(48). – С. 204–210.
5. Петухов А.С., Кремлева Т.А., Хритохин Н.А., Путухова Г.А., Кайдунова П.И. Концентрация тяжелых металлов (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd) в почвах Тюмени // Вестник НВГУ. – 2020. – № 1. – С. 127–134.

6. Побилат А.Е., Волошин Е.И. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) // Микроэлементы в медицине. – 2021. – № 22(3). – С. 3–14.

7. Фазлыева А.С., Даукаева Р.А., Каримов Д.О. Влияние кадмия на здоровье населения и способы профилактики его токсических эффектов // Медицина труда и экология человека. – 2021. – № 1. – С. 220–235.

8. Родионова Д.С., Широких Т.В., Девятерикова С.В., Казиевков С.А., Земцова Е.А., Мусихина Т.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами, полученными из отходов переработки природного сырья // Advanced science. Химические науки. – 2017. – № 3. – С. 1–8.

9. Морозов Д.Ю. Исследование адсорбционной очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов / Д.Ю. Морозов, М.В. Шулаев, И.А. Храмова, Л.И. Хабибуллина // Химическая промышленность. – 2007. – Т. 83. – № 3. – С. 141–144.

УДК 504.3.054

ВЫБОР ПРЕДИКТОРОВ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРНИКОВОГО ГАЗА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

*Нурмехамитова Виолетта Алмазовна, мл. науч. сотрудник
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Институт проблем экологии и
недропользования Академии наук Республики Татарстан, г.Казань, e-mail:
violka9641@gmail.com,*

*Тунакова Юлия Алексеевна, д-р хим. наук, профессор,
Новикова Светлана Владимировна, д-р техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань,*

*Шагидуллина Раиса Абдулловна, д-р хим. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Институт проблем экологии и
недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань*

Аннотация. В статье изложены результаты применения нейросетевых технологий для определения расчетных значений концентрации парникового

газа диоксида углерода в г. Казани. Также были изучены данные о влиянии предикторов, которые определяют вторичные химические реакции в атмосфере, на точность расчета приземных концентраций.

Ключевые слова: *парниковый газ, диоксид углерода, нейросетевая модель, предикторы, концентрации, атмосфера.*

SELECTION OF NEURAL NETWORK MODELS PREDICTORS FOR CALCULATING THE GREENHOUSE GAS CARBON DIOXIDE

Nurmekhamitova V.A.^{1,2}, Tunakova Y.A.¹, Novikova S.V.¹, Shagidullina R. A.^{1,2}

¹Kazan National Research Technical University named after

A.N. Tupolev – KAI, Kazan

²Institute of Ecology and Subsoil Use Problems, Academy of Sciences of RT, Kazan

Annotation. *The article presents the results of using neural network technologies to determine the calculated values of the concentration of greenhouse gas carbon dioxide in the city of Kazan. We also studied data on the influence of predictors that determine secondary chemical reactions in the atmosphere on the accuracy of calculating surface concentrations.*

Keywords: *greenhouse gas, carbon dioxide, neural network model, predictors, concentrations, atmosphere.*

Введение

Увеличение концентраций парниковых газов приводит к повышению температуры на планете и имеет серьезные негативные последствия для биосферы в целом. Быстрое таяние ледяных шапок вызывает повышение уровня мирового океана, подвергая прибрежные районы риску наводнений, эрозии и затопления. Повышение температуры на планете способствует увеличению повторяемости экстремальных погодных явлений, таких как

штормы, ураганы, засухи, наводнения. Наиболее значимым представителем группы парниковых газов является диоксид углерода, который выбрасывается в значительных количествах и в наибольшей степени влияет на усиление парникового эффекта.

В состав отходящих газов, образующихся при сжигании любого вида топлива, в том числе и ископаемого углеродного сырья, в реальных условиях входит также ряд загрязняющих веществ, среди которых оксиды азота и оксид углерода CO – угарный газ. Оксид углерода образуется вследствие недожога топливного углерода. Таким образом, указанные вещества являются неизменными «спутниками» диоксида углерода в реальных промышленных процессах горения, что влечет наличие некоторой взаимосвязи между концентрациями этих газов. Тот факт, что в экспериментально измеренных автоматизированных постах концентрациях диоксида углерода, помимо поступивших в атмосферный воздух с выбросами из стационарных источников, есть доля диоксида углерода, образовавшегося в ходе вторичных реакций из оксида углерода, может служить основанием для использования концентраций CO в качестве исходных данных для расчета CO₂ [1–4].

Методы и результаты исследования

Концентрации диоксида углерода в г. Казани измеряются на автоматизированном посту наблюдения. Рассчитать концентрации диоксида углерода по регламентированным расчетным методикам не представляется возможным, поскольку данные инвентаризации источников выбросов, являющиеся входными параметрами методик расчета рассеивания, отсутствуют. В связи с этим был разработан принципиально новый подход, основанный на расчете концентраций CO₂ с учетом химической трансформации примесей в атмосферном воздухе [5].

Для построения адекватных моделей расчета содержания в атмосферном воздухе парникового газа – диоксида углерода, нами была использована такая технология интеллектуального моделирования, как искусственные

предиктивные нейронные сети. В отличие от нормативных расчетных методик, а также жестких регрессионных зависимостей, нейронная сеть в процессе обучения позволяет настроить модель под ограниченный набор исходных данных без необходимости получения полной информации о всех действующих внешних факторах.

В предыдущих работах [6–7] нами рассматривались различные варианты нейросетевых моделей для расчета компонентов выбросов в приземном слое атмосферного воздуха.

При определении уровня загрязнения воздуха важным для учета фактором являются химические трансформации веществ в атмосфере. Вторичные химические реакции в основном идут по радикальному механизму. Постоянно действующим источником радикалов в атмосфере является внешнее ионизирующее излучение, постоянно присутствующий радиационный фон, колебания которого связаны не только с космогенными факторами, но с и техногенным воздействием [8]. Поэтому для учета интенсивности вторичных химических реакций в атмосфере целесообразно использовать значения коэффициента трансформации, определяемого на основе отношения содержания в воздухе оксида и диоксида азота, концентрации озона и гамма-фона, измеряемые на автоматизированных постах наблюдений за загрязнением атмосферы.

Концентрации озона и гамма-фона в атмосферном воздухе были получены экспериментальным путем на основании ряда из измерений автоматической станции контроля загрязнения атмосферы АСКЗА-1 в г. Казани.

Экспериментальные значения коэффициента трансформации a_N и метеопараметров для обучения нейросетевых моделей получены путем прямых измерений на автоматических станциях контроля атмосферы АСКЗА-1, 3, 4 в г. Казани за период 2016–2022 гг.

Расчетные концентрации получены при помощи программы УПРЗА «Эколог-Город». Расчеты проведены с полным перебором метеоусловий с заданным шагом по скорости ветра (от 0,5 м/с до 7,5 м/с с шагом 1 м/с) и

направлений (от 0 до 360° с шагом 10°). Промежуточные значения дополнены методом линейной интерполяции. Для скорости ветра ниже 0,5 м/с расчеты не проводились, так как в условиях штиля в соответствии с методикой расчет неосуществим.

Для изучения влияния на точность расчета концентраций диоксида углерода в атмосфере, нами была поставлена задача поэтапного исследования. В ее перечень вошли такие параметры, как коэффициент трансформации a_N , гамма-фон и концентрации озона.

В качестве типа интеллектуальной модели прогноза была отобрана многослойная нейронная сеть типа MLP с единственным скрытым слоем. Число входных нейронов определяется количеством предикторов модели, выход модели единственный – значение концентрации в атмосферном воздухе диоксида углерода.

Было проанализировано пять типов предиктивных нейросетевых моделей:

- на основе метеопараметров;
- на основе метеопараметров с учетом коэффициента трансформации a_N ;
- на основе метеопараметров с учетом предиктора гамма-фон;
- на основе метеопараметров с совместным учетом коэффициента трансформации a_N и гамма-фона;
- на основе метеопараметров с совместным учетом коэффициента трансформации a_N , гамма-фона и концентрации озона.

Использовались полные кортежи данных, содержащих одновременно измерения всех трех потенциальных предикторов, отвечающих за вторичные химические реакции в атмосферном воздухе. Непосредственно моделирование производилось в пакете Deductor Academic версии 5.3.

Вид нейросетевой модели демонстрирует рис. 1.

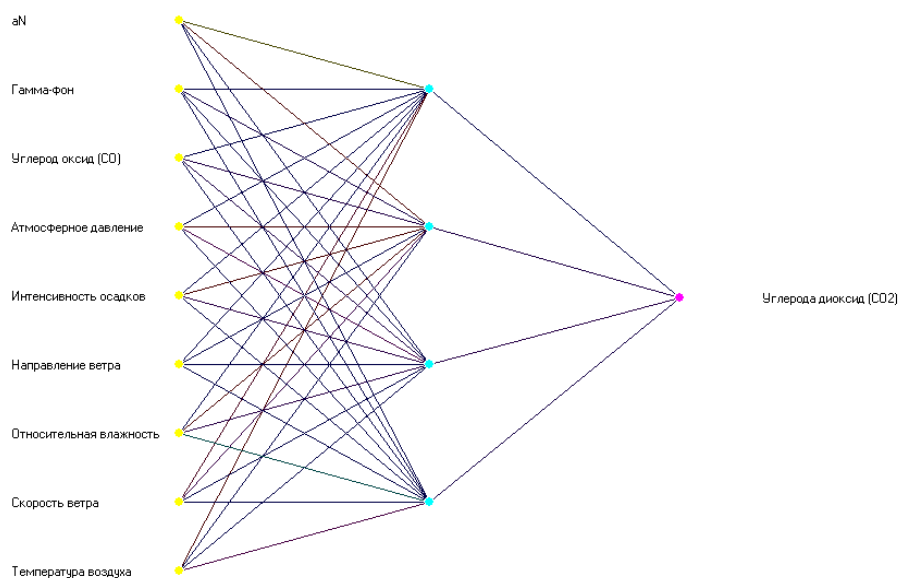


Рис. 1. Структура нейросетевой модели расчета концентраций диоксида углерода при одновременном учете коэффициента трансформации и гамма-фона

Для каждого варианта учета трансформации была построена собственная нейросетевая модель. Доказано, что использование только одного коэффициента трансформации a_N не позволяет достичь стабильного повышения точности моделирования концентрации диоксида углерода. То же относится и к использованию гамма-фона в качестве единственного отражающего вторичные химические реакции предиктора. Учет двух параметров, непосредственно влияющих на вторичные химические реакции в атмосфере, коэффициента a_N и гамма-фона дает наиболее благоприятные результаты. Включение в нейросетевые модели в качестве предиктора концентраций озона не повысило точность расчета концентраций парникового газа диоксида углерода.

Выводы

В рамках климатической повестки решена задача расчета концентраций парникового газа диоксида углерода. При создании расчетной модели сочетались традиционные и инновационные интеллектуальные расчетные технологии. В качестве предикторов нейросети обосновано использование концентрации угарного газа CO, рассчитываемой в УПРЗА с использованием сводной базы данных параметров выбросов, метеорологических условий, определяющих процессы распространения примесей, параметров, учитываемых

вторичные химические реакции в атмосфере: коэффициент трансформации, концентрация озона, гамма-фон. Обоснован выбор из пяти типов спроектированных предиктивных нейросетевых моделей по степени точности.

Список использованной литературы

1. Тунакова Ю.А. Нейросетевой алгоритм и гибридная модель для расчета концентраций парникового газа диоксида углерода / Ю.А. Тунакова, С.В. Новикова, А.Р. Шагидуллин, В.С. Валиев // Системы контроля окружающей среды. – 2023. – Вып. 3 (53). – С. 133–140.
2. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллин А.Р., Валиев В.С. Способ нейросетевого расчёта концентраций парникового газа диоксида углерода // Технологическая независимость и конкурентоспособность Союзного Государства, стран СНГ, ЕАЭС и ШОС. Сборник статей VI Международной научно-технической конференции: в 3-х т. – Минск, 2023. – С. 332–337.
3. Валиев В.С., Шагидуллин А.Р., Нурмехамитова В.А., Тунакова Ю.А. Оценка адекватности выбора предиктора гамма-фона для моделирования рассеивания компонентов выбросов стационарных источников загрязнения на территории г. Казани // Химия и инженерная экология – XXIII. Сборник трудов международной научной конференции (школа молодых ученых), посвященной сотрудничеству с союзными государствами. – Казань, 2023. – С. 191–193.
4. Новикова С.В., Шагидуллин А.Р., Нурмехамитова В.А., Тунакова Ю.А. Оценка адекватности выбора предикторов нейросетевых моделей для расчета концентраций примесей на территории г. Казани // Химия и инженерная экология – XXIII. Сборник трудов международной научной конференции (школа молодых ученых), посвященной сотрудничеству с союзными государствами. – Казань, 2023. – С. 194–197.
5. Тунакова Ю.А. Нейросетевой расчет концентраций диоксида углерода / Ю.А. Тунакова, С.В. Новикова, А.Р. Шагидуллин и др. // Южно-Сибирский научный вестник. – 2021. – № 6. – С. 18–23.
6. Тунакова Ю.А. Использование нейросетевых подходов к расчету концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха в зоне действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска) / Ю.А. Тунакова, С.В. Новикова, А.Р. Шагидуллин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 10. – С.155–157.
7. Тунакова Ю.А. Повышение точности расчетов приземных концентраций примесей в зоне действия полимерных производств (на примере оксида углерода) / Ю.А. Тунакова,

С.В. Новикова, А.Р. Шагидуллин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 20. – С.179–180.

8. Пискарев И.М. Инициирование и исследование свободно-радикальных процессов в биологических экспериментах: монография / И.М. Пискарев, И.П. Иванова, А.Г. Самоделкин, М.Н. Иващенко. – Н. Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2016. – 140 с.

УДК 504

АВАРИЙНЫЕ РАЗЛИВЫ НЕФТИ И МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Палкина Валерия Юрьевна, студент,

Осипова Венера Юсуповна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail:uvenos16@gmail.com*

***Аннотация.** Рассмотрены аварийные разливы нефти, возникающие при ее добыче и транспортировке, которые наносят ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным экологическим последствиям и методы локализации и ликвидации нефтяных загрязнений. Определено, что главным фактором при выборе оборудования для ликвидации разлива нефти в Арктике является сплоченность ледового покрова.*

***Ключевые слова:** нефть, адсорбенты, опилки, коагуляторы, биохимический метод.*

EMERGENCY OIL SPILLS AND METHODS OF OIL POLLUTION ELIMINATION

Palkina V.Yu., Osipova V.Yu.

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

***Annotation.** Emergency oil spills that occur during its production and transportation, which cause significant harm to ecosystems, lead to negative environmental consequences, and methods for localizing and eliminating oil*

pollution are considered. It has been determined that the main factor when choosing equipment for oil spill response in the Arctic is the concentration of ice cover.

Keywords: *oil, adsorbents, sawdust, coagulators, biochemical method.*

Введение

Экологические проблемы, возникающие при добыче нефти на континентальном шельфе и в море, связаны, прежде всего, с аварийными разливами нефти в Мировом океане. Суда танкерного флота каждый год сливают в море вместе с балластными и мочными водами 0,5–1,6 млн т нефти. От нефтяных загрязнений страдают обширные участки побережий. Что же касается континентального шельфа Арктики, то наличие припайного льда, в ряде случаев, может предотвращать выброс разлитой нефти на берег и тем самым снижать ущерб фауне и флоре северного побережья, в этой связи становится актуальной разработка эффективных методов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений.

Нефть не только «черное золото», как принято её называть, но и «черная смерть», о чем, к сожалению, известно не каждому. Сохранение экологического равновесия морской и геологической сред в районах проведения работ и на путях транспортировки нефтепродуктов должно стать главной, если не основной целью деятельности по освоению морских акваторий. Добыча нефти и газа на шельфе Арктики относится к среде хозяйственной деятельности с высокой степенью экологической опасности вследствие содержания в нефти канцерогенов, мутагенов и других токсикантов.

По показателям токсичности и объемам применения в хозяйстве нефть является одним из наиболее значимых факторов экологической опасности для биоты, особенно в Арктике, по причине особой уязвимости природы к техногенному и антропогенному загрязнению. Экологическая система Арктики является исключительно уязвимым районом. Это связано с недостатком естественного освещения, сильными ветрами, низкими температурами, дрейфом льда. К тому же, северные регионы континентального шельфа

характеризуются низким уровнем интенсивности естественной биологической очистки, что в случае аварийных разливов нефти может привести к длительному загрязнению морской воды, донных отложений и атмосферы.

Цель статьи – рассмотреть последствия аварийных разливов нефти и определить эффективные методы локализации и ликвидации нефтяных загрязнений.

Агентство по охране окружающей среды США (US Environmental Protection Agency) эффект разлива нефти описывает так: через 10 минут после попадания одной тонны нефти в воду, на её поверхности образуется нефтяное пятно толщиной 10 мм. Со временем толщина плёнки уменьшается до 1 мм, а площадь пятна увеличивается. Одна тонна нефти может покрыть водное пространство площадью до 122 км.

Во время катастроф, связанных с разливом нефти, не происходит массовой одномоментной гибели всей флоры и фауны в районе загрязнения, однако, такие техногенные катастрофы имеют очень негативные последствия в средне- и долгосрочной перспективе. Особенно страдают в результате разливов организмы, обитающие в прибрежной зоне, на дне или на поверхности воды. Особенно уязвимы к разливам нефти птицы, обитающие и проводящие большую часть жизни на воде [1].

В результате внешнего загрязнения нефтью разрушается их оперение, спутываются перья, нефть вызывает раздражение глаз, и, в конце концов, птица погибает. Средние и крупные разливы нефти вызывают гибель до 5 тысяч птиц. Особенно чувствительны к воздействию нефти яйца птиц, даже малое количество нефти может стать причиной их гибели. Отравляющий эффект усиливается, если авария произошла в непосредственной близости от городов или любых других населённых пунктов, так как нефть и нефтепродукты в сочетании с иными загрязнителями антропогенного происхождения образуют ещё более опасные «коктейли». По данным, предоставленным Международным исследовательским центром спасения птиц (IBRRC), учёные которого

занимаются спасением пернатых, пострадавших от разливов нефти, постепенно люди учатся спасать птиц.

Большую опасность для окружающей среды представляют массированные выбросы: газонефтяные, нефтяные, конденсата. Возникновение таких фонтанов является наиболее тяжелой аварией, часто перерастающей в стихийное бедствие, требующее значительных материальных затрат и времени. Например, авария 29 мая 2020 года – десятки тысяч тонн нефтепродуктов залили территорию Крайнего Севера в Красноярском крае, попали в водоемы вплоть до Мирового океана, уничтожили фауну и нанесли ущерба на сотни миллиардов рублей. Экологи назвали это крупнейшим ударом по Арктике в истории. Основными отходами в процессе бурения являются буровой шлам и отработанные горюче-смазочные материалы (ГСМ). Сбросы в море бурового шлама (отходы) оказывают отрицательное воздействие на морскую среду: вокруг морских платформ под толщей шлама в донных осадках сформировались анаэробные условия, где макрофауна отсутствует. А вблизи платформ выявлен повышенный уровень содержания углеводородов, которые являются остатками дизельного топлива – составляющей буровых растворов [2].

За рубежом шлам от органических соединений очищают методом экструзии. В России считают, что метод термообработки наиболее целесообразен и технически доступен. Сущность его заключается в том, что органические вещества полностью сгорают при высокой температуре.

В Арктике суровые погодные условия увеличивают возможности возникновения больших аварий с разливом нефти. Причем, сбор нефти при разливах в ледовых условиях намного сложнее, чем на открытой воде. Каждый из многочисленных вариантов аварий с выбросом нефти требует индивидуального метода при проведении ее локализации и ликвидации. Такими вариантами являются разливы нефти: 1) на поверхность льда и снега; 2) на открытой воде между плавающими льдинами; 3) в каналы за судами; 4) подо льдом.

Для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в условиях битого льда для обеспечения свободной водной поверхности используют суда-экраны. При локализации и ликвидации разлива нефти в гаванях портов при большой сплоченности битого льда рекомендуется использовать плавучие краны, оборудованные грейферами для сбора нефти и загрязненного льда в металлические баржи. Куски замазученного льда и ледяная шуга грузятся в танк, где с помощью системы подогрева груза танка производится растопление льда. Через некоторое время происходит расслоение воды и нефтепродукта, после чего вода из танка выкачивается. Оставшаяся нефть утилизируется на берегу [3]. При попадании нефти под лед площадь пятна разлива определяется оконтуриванием лунками, при тонком льде толщиной менее одного метра площадь пятна определяется изменением окраски льда на просвет.

При разливе нефти на лед необходимо быстро локализовать место разлива. Для этого возводят снежные барьеры, политые водой для обеспечения непроницаемости. Или, наоборот, пилами-ледорезами выпиливают траншеи глубиной и шириной до 1-го метра и затем нефтесборщиками выкачивают оттуда разлившуюся нефть. В условиях сплошного льда и при застывании нефти замазученный снежный покров собирают механосборщиками.

В основном ликвидация аварийных разливов нефти при наличии льда производится механическим способом и самоочищением. Механический способ эффективен при сплоченности льда 3–7 баллов, при малой сплоченности он нерезультативен. В случае большой сплоченности битого льда продвигать нефтесборные комплексы затруднительно. Интенсивность процессов самоочищения морской среды от нефти и нефтепродуктов зависит от климатических условий и в северных условиях занимает много времени. Однако этот метод имеет большой недостаток: очень дорог, поэтому применяется редко и только для удаления остаточных частей нефти.

Перспективен биохимический метод очистки воды от нефти, основанный на способности некоторых микроорганизмов извлекать из воды органические

вещества различного генезиса и использовать их в качестве питательного субстрата.

В северных же районах при температуре ниже $+10^{\circ}\text{C}$ биологическая очистка вообще не применима. В последние годы для борьбы с загрязнением моря нефтью значительное распространение получают методы, основанные на свойствах некоторых материалов поглощать нефть из воды и поверхности льда. Этими методами достигается потопление нефти с помощью погружаемых адсорбентов и коагуляторов. Адсорбенты и нефть образуют тяжелые хлопья смеси порошка с нефтью, которые и оседают на дно акваторий. При этом нефтепродукты погружаются в илистые отложения, что может привести со временем к всплытию нефти. Такие адсорбенты не получили широкого применения (тальк, мел). Однако наиболее эффективным методом очистки от нефти является применение нефтепоглощающих сорбентов, обладающих свойством гидрофобности. Они могут плавать по поверхности воды как в свободном состоянии, так и в насыщенном нефтью состоянии [4].

Многие крупные компании сами производят необходимый им сорбент. Опилки в качестве отходов при деревообработке также могут быть использованы в качестве сорбента поглощения. Но они имеют малую сорбционную емкость и обладают низкой насыпной плотностью ($0,01 \text{ г/см}^3$). Предлагается повысить гидрофобность древесных опилок парафинами из шламов. Нефтешламы и древесные опилки имеются в большом количестве в виде промышленных отходов. Первые – при бурении и эксплуатации скважин, вторые при деревообработке на лесопилках. Применение опилок в качестве сорбента поможет решить проблему их утилизации. В большинстве случаев на крупных лесообрабатывающих предприятиях их вывозят в какой-нибудь котлован и поджигают, что отрицательно сказывается на населении прилегающих районов. После очищения нефтешламов от парафинов, полученный твердый остаток можно использовать как строительный материал, например, для отсыпки дорог [5].

Выводы

Установлено, что при освоении арктических месторождений необходимо учитывать природно-климатические условия и важно соблюдать меры повышенной безопасности при производстве работ во время разработки нефтегазовых месторождений на шельфе и на море, а также применять специальные технические решения. Главным фактором при выборе оборудования для ликвидации разлива нефти в Арктике является сплоченность ледового покрова. В зависимости от нее выбираются и тактика реагирования и методы локализации разлива.

Список использованной литературы

1. Адам А.М. Разливы нефти и живые организмы // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – С. 155.
2. Борисов Р.В. Морские буровые установки. Ч.1. – СПб.: Судостроение, 2003. – 534 с.
3. Адельшин А.Б., Адельшин А.А., Урмитова Н.С. Новые технологические и технические решения установок очистки нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков // Известия КГАСУ. 2010. – № 2(14). – С.197–205.
4. Техника и технология локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: справочник / под ред. И.А. Мерициди. – СПб.: НПО «Профессионал», 2010. – 914 с.
5. Барышева О.Б., Садыков Р.А., Хабибуллин Ю.Х., Таймаров М.А. Высокотемпературная переработка твердых бытовых отходов // Известия КГАСУ. – 2019. – № 2(48) – С. 307–313.

УДК 504.054

ПРЕКУРСОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДИОКСИНОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Платонова Марина Сергеевна, аспирант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: platonova_ms@mail.ru

Аннотация. Анализ формирования полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов путём синтеза *de-novo*. Выявление условий и

соединений для синтеза мутагенных и канцерогенных соединений с целью предупреждения их образования.

Ключевые слова: диоксины, фенолы, прекурсоры, термическая утилизация.

PRECURSORS FOR DIOXIN FORMATION UNDER THERMAL EXPOSURE

Platonova M.S.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

Annotation. *Analysis of the formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans by de-novo synthesis. Identification of conditions and compounds for the synthesis of mutagenic and carcinogenic compounds in order to prevent their formation.*

Keywords: *dioxins, phenols, precursors, thermal recycling.*

Введение

Диоксины представляют собой класс структурно и химически родственных полигалогенированных ароматических углеводородов, в состав которых в основном входят полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД), дибензофураны (ПХДФ) и «диоксиноподобные» бифенилы (ПХБ). Являются стойкими органическими загрязнителями, особенно тетра- и более хлорированные соединения, обычно встречаются в виде смеси родственных соединений.

Диоксины вызывают широкий спектр биологических реакций, включая индукцию экспрессии генов цитохрома P450, CYP1A1 и CYP1A2, нарушение в формировании гормональных сигнальных путей, репродуктивной функции и мутации. Это указывает на нарушение в экспрессии генов в серии биохимических, клеточных и тканевых изменений [1].

Диоксины в окружающей среде формируются несколькими путями: в роли побочных продуктов в различных производствах, от целлюлозно-бумажной промышленности и металлургии, до получения пестицидов, гербицидов, также термическая утилизация отходов является источником таких загрязняющих веществ, как диоксины; в виде исходного продукта реакции; синтез при участии прекурсоров после распада или очистки.

В данной статье рассматривается синтез диоксинов *de-novo* в виде обратного процесса и при взаимодействии при определённых условиях некоторых органических соединений – прекурсоров.

Образование ПХДД, ПХДФ происходит преимущественно по двум механизмам. Во-первых, это гомогенные реакции в диапазоне температур между 500–800°C, а основным механизмом процесса является реакция перегруппировки хлорированных прекурсоров, таких как хлорфенолы (ХФ), хлорбензолы (ХБ) в газовой фазе и ПХДД, ПХДФ. Образующиеся в результате этого процесса называются либо гомогенными диоксинами, либо высокотемпературными. Другим механизмом формирования являются гетерогенные реакции в зоне догорания при температурах 200–400°C, где осуществляется синтез *de-novo* (процесс формирования диоксинов при окислительном расщеплении макромолекулярных углеродных структур и образования структуры ПХДД/ПХДФ путём соединения по ароматическим углерод-кислородным функциональным группам) при охлаждении на летучей золе и в зоне отходящих газов, на основе хлорфенолов, хлорбензолов или из углерода в летучей золе. Данные процессы по формированию диоксинов осуществляются одновременно и независимо [2]. Синтез «*de-novo*» происходит преимущественно в низкотемпературной зоне предприятия по термической утилизации (оптимальная температура реакции 300°C). Диоксины образуются из элементов водорода, кислорода и хлора, адсорбированных на поверхности летучей золы и несгоревшего углерода в результате реакций предварительного окисления и постконденсации в присутствии катализатора (в основном Cu^{2+} в

летучей золе). На рис. 1 показано наше резюме этого реакционного процесса, основанное на предыдущих исследованиях [3].

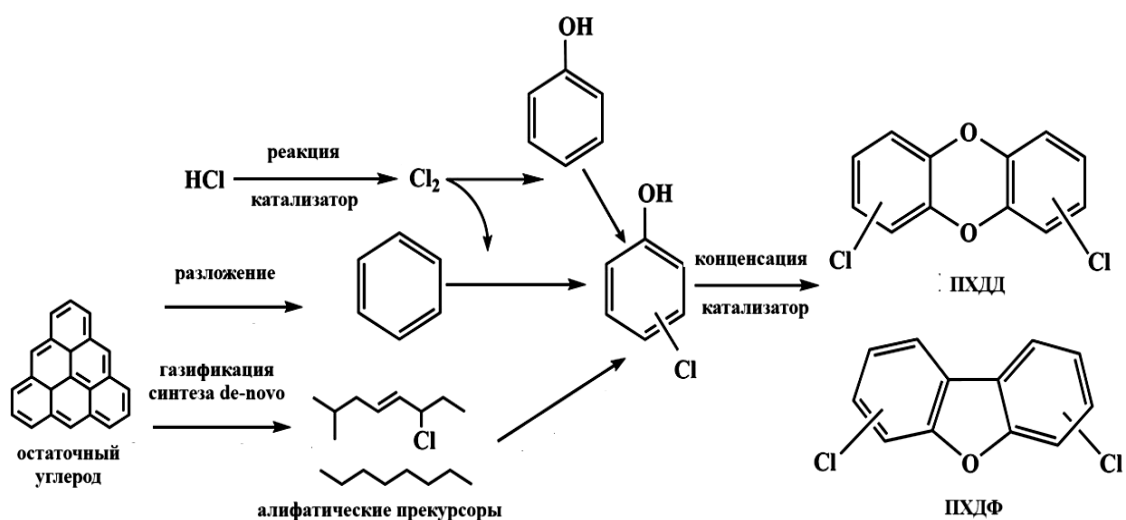


Рис. 1. Принципиальная схема реакции синтеза «de-novo»

К прекурсорам полихлорированных и полибромированных дибензодиоксинов и дибензофуранов относят бензол (C_6H_6), хлорбензол (C_6H_5Cl), фенол (C_6H_5OH), дифенил ($C_{12}H_{10}$), трихлорэтилен (C_2HCl_3) и другие соединения, имеющие возможность сохранять свои свойства в различных условиях, при которых имеется возможность синтеза диоксинов.

Полихлорированные или полибромированные дибензодиоксины и дибензофураны формируются из прекурсоров – ароматических соединений (хлорбензолы, хлорфенолы, фенолы и производные бензола) в присутствии доноров хлора (ПВХ, газообразный хлористый водород) и наличии переходных форм металлов. Фенольные соединения дают разнообразные галогенпроизводные при замещении фенольного ряда свободным хлором [4].

Разложение прекурсоров для исключения синтеза de-novo при термической утилизации возможно при наличии избытка кислорода.

Термическое окисление прекурсоров

№	Соединение	Реакция
1	Хлорбензол (C_6H_5Cl)	$2C_6H_5Cl + 14,5O_2 = 12CO_2 + 5H_2O + Cl_2$
2	Фенол (C_6H_5OH)	$C_6H_5OH + 7O_2 = 6CO_2 + 3H_2O$
3	Дифенил ($C_{12}H_{10}$)	$C_{12}H_{10} + 14,5O_2 = 12CO_2 + 5H_2O$
4	Трихлорэтилен (C_2HCl_3)	$2C_2HCl_3 + 4,5O_2 = 4CO_2 + H_2O + 3Cl_2$

Самопроизвольность протекания реакций по синтезу диоксинов из прекурсоров можно проанализировать на основе оценки энергии Гиббса, при температуре 500 К. В соответствии с проведёнными расчётами разложение фенола и трихлорэтилена при повышении температуры свыше обозначенного значения практически не изменяется, однако для хлорбензола и дифенила для полного разложения требуются более высокие температуры. Также стоит учесть выделение свободного хлора в реакциях окисления хлорбензола и трихлорэтилена как вторичный фактор для формирования диоксинов [5].

Прекурсоры можно разделить на III класса:

класс I: полигалогенированные фенолы, преимущественно с галоген-орто к гидроксильной группе, с высокой вероятностью формирования;

класс II: орто-галогенированные фенолы, преимущественно с галоген-орто к гидроксильной группе, с высокой вероятностью формирования;

класс III: другие химические вещества, имеющие вероятность, но в меньшей степени [6].

Выводы

Таким образом, помимо соблюдения ряда условий при термической утилизации отходов, включающих показатели температуры свыше $850^{\circ}C$, времени нахождения в зоне термической обработки, избытке кислорода и высокому уровню турбулентности в камере термической обработки, необходим контроль и удаление прекурсоров и катализаторов данного процесса, как источника формирования диоксинов. Установлено, что процесс высокотемпературного окисления предшественников диоксинов протекает

самопроизвольно в широком диапазоне температур. Термодинамическая вероятность разложения прекурсоров возрастает с увеличением температуры.

Список использованной литературы

1. Prashant S. Kulkarni, Joao G. Crespo B, Carlos A.M. Afonso, Dioxins sources and current remediation technologies // Environment International. – 2008. – P. 139–153.
2. Milnes M.H., Formation of 2,3,7,8 – tetraclorodibenzodioxin by thermal bustion of sodium 2,4,5 – triclorphenat/ Nature. – 1971. – P. 395–396.
3. Bowen Zhao, Xiude Hu, Jianyi Lu, Analysis and discussion on formation and control of dioxins generated from municipal solid waste incineration process. – 2022. – P. 1063–1082.
4. Alivia Mukherjee, Biswajit Debnath, Sadhan Kumar Ghosh, A Review on Technologies of Removal of Dioxins and Furans from Incinerator Flue Gas// Procedia Environmental Sciences. – 2016. – P. 528–540.
5. Anatoliy Matushkin, Galina Kharina, Sergey Anakhov. Thermodynamic aspects of dioxin precursors neutralization by plasma methods // AIP Conference Proceedings. – 2021.
6. Gordon McKay, Dioxin characterisation, formation and minimisation during municipal solid waste (MSW) incineration // Chemical Engineering Journal. – 2002. – P. 343–368.

УДК 628.339

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ МАХАНИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ФИЛЬТРЕ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ

Фролов Никита Платонович, аспирант,

Девисилов Владимир Аркадьевич, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана», г. Москва, e-mail: bauman@bmstu.ru

Аннотация. Выполнено моделирование работы гидродинамического вибрационного фильтра при очистке жидкости от механических примесей. Показан расчет перепада давления в зависимости от времени фильтрования. Моделирование осуществлялось с применением программного комплекса ANSYS CFX.

Ключевые слова: ANSYS CFX, численное моделирование, перепад давления, гидродинамический фильтр, рост перепада давления.

SIMULATION OF SEPARATION OF MECHANICAL PARTICLES IN A HYDRODYNAMIC FILTER

Frolov N.P., Devisilov V.A.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

Annotation. *The article simulates the operation of a hydrodynamic vibration filter when cleaning liquid from mechanical impurities. The calculation of the pressure drop depending on the filtration time is shown. The simulation was carried out using the ANSYS CFX software package.*

Keywords: *ANSYS CFX, numerical simulation, pressure drop, hydrodynamic filter, pressure drop growth, filtration.*

Введение

В различных отраслях промышленности стоит проблема извлечения механических примесей из воды. Фильтры, использующие вибрационные, гидродинамические и центробежные силы для очистки воды от механических примесей в сочетании с классическими способами фильтрования через пористую фильтровальную перегородку, обеспечивают снижение нагрузки на нее, увеличивая срок службы фильтра в целом [1]. В данной работе проводится компьютерное моделирование фильтра [2], использующего гидродинамические и центробежные силы для очистки загрязненной воды т.н. гидродинамического вибрационного фильтра (ГДВФ).

Цель работы – проведение исследования возможности моделирования ресурса работы, определения скорости увеличения перепада давления на аппарате в процессе фильтрации из-за накопления осадка на фильтровальной перегородке с помощью программного комплекса ANSYS CFX при различных режимах работы (скоростях вращения фильтровальной перегородки).

Компьютерная модель ГДВФ, параметры расчетов

Для расчётов использовались две упрощенные геометрические модели ГДВФ, с геометрическим моделированием слоя осадка различной толщины (1–5 мм). Также проводились расчеты на аналогичной модели, но с цилиндрическим внешним корпусом (рис. 1). На рис. 2–5 приведена геометрическая модель исследуемого фильтра. Более подробное описание конструкции исследуемого аппарата и принципы его работы приведены в работах [3–5].

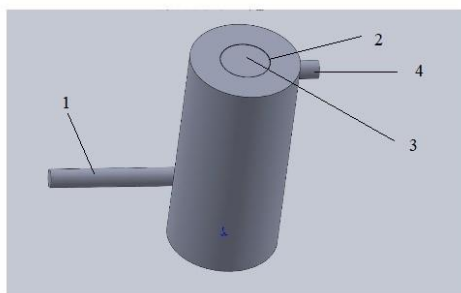


Рис. 1. Модель с цилиндрическим внешним корпусом

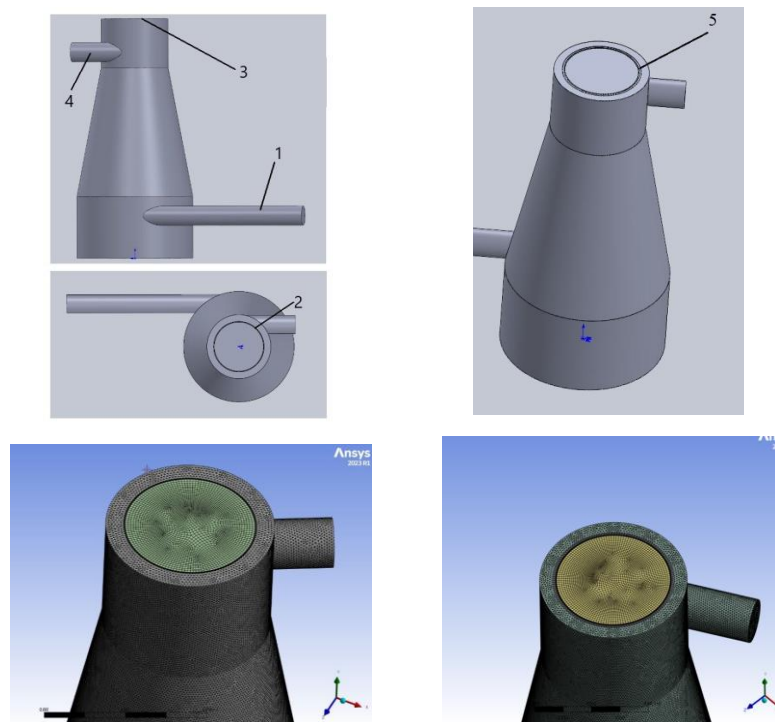


Рис. 2–5. Геометрическая и сеточные модели ГДВФ с различной толщиной осадка

Жидкость поступает по нижнему патрубку (1), жидкость проходит через фильтровальную перегородку (2) и очищенной отводится из верхней части фильтра (3), часть жидкость отводится на перепуск по верхнему патрубку (4). В процессе работы аппарата происходит накопление осадка (5) на фильтровальной перегородке.

Основные геометрические размеры расчетной области: высота фильтра – 186 мм, внешний диаметр фильтровальной перегородки – 21 мм, толщина фильтровальной перегородки – 1 мм, диаметр меньшей цилиндрической части – 52 мм, диаметр большей цилиндрической части – 90 мм, диаметры входного и выходного патрубков – 15 мм. Максимальная толщина осадка – 5 мм.

Для разбиения расчетной области использовалась неструктурированная сетка с тетраэдрическими ячейками, фильтровальная перегородка и осадок разбивались на структурированную сетку с призматическими ячейками [6]. Максимальный размер элемента составлял 1,8 мм, вся модель разбивалась на 3252246-3502630 ячеек в зависимости от толщины осадка.

Расчеты проводились при постоянном полном расходе, который составлял 0,15 кг/с. Скорость вращения фильтровальной перегородки составляла от 0 до 500 об/мин. Количество жидкости, идущей на перепуск, составляло 15% от полного расхода. В качестве механической примеси использовались сферические частицы с диаметром в 10 мкм и плотностью 1300 м³/кг, объемная концентрация составляла 0,01.

Расчетная модель фильтровальной перегородки и осадка

При моделировании слоя осадка в ANSYS CFX его сопротивление, возможно, задать при помощи т.н. линейного коэффициента сопротивления C_{R1} , кг·м⁻³·с⁻¹. Данный коэффициент учитывает вязкостные потери в пористом теле и определяется через коэффициент проницаемости k , м² [7; 8] следующим образом:

$$C_{R1} = \frac{\mu}{k},$$

где μ – динамическая вязкость, Па·с.

Коэффициент проницаемости фильтровальной перегородки согласно закону фильтрации Дарси определяется следующим образом:

$$Q = \frac{k\Delta PS}{L\mu},$$

где Q – расход через пористое тело, $\text{м}^3/\text{с}$; ΔP – перепад давления на пористом теле, Па; S – площадь фильтрования, м^2 ; L – толщина слоя осадка, м, μ .

Коэффициент проницаемости осадка из слоя частиц определяется исходя из уравнения Кози-Кармана [9]:

$$k = \frac{\varepsilon^3 D}{180(1 - \varepsilon)^2},$$

где ε – пористость слоя осадка; D – средний диаметр частиц слоя осадка.

Коэффициент проницаемости k для фильтровальной перегородки определяется экспериментальными методами, однако для численного моделирования его значение можно вывести из коэффициента гидравлического сопротивления сетки ζ .

$$\Delta P = \frac{L\mu Q}{kS},$$

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho Q^2}{2S^2},$$

где ρ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Тогда, предполагая, что данные выражения должны давать один и тот же результат, можно записать:

$$k = \left(\frac{\zeta \rho Q}{2S\mu L} \right)^{-1} = \left(\frac{\zeta Q}{2S\vartheta L} \right)^{-1},$$

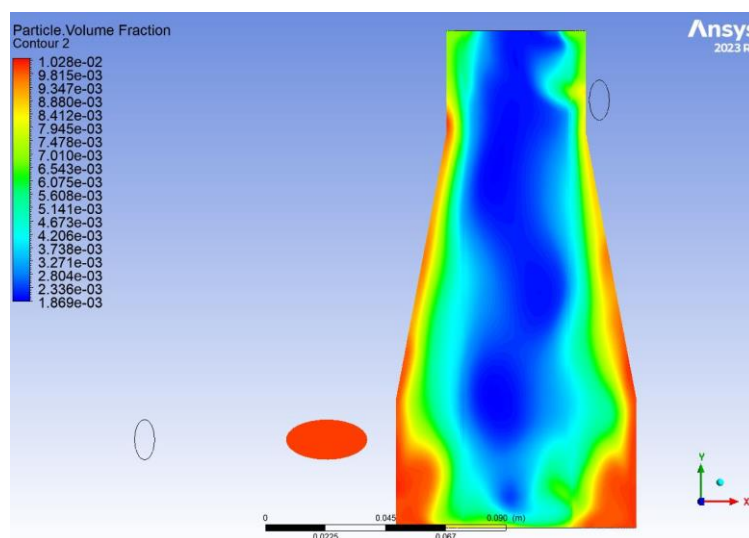
коэффициенты сопротивления ζ приведены в работе [10].

При выполнении расчетов были приняты следующие допущения.

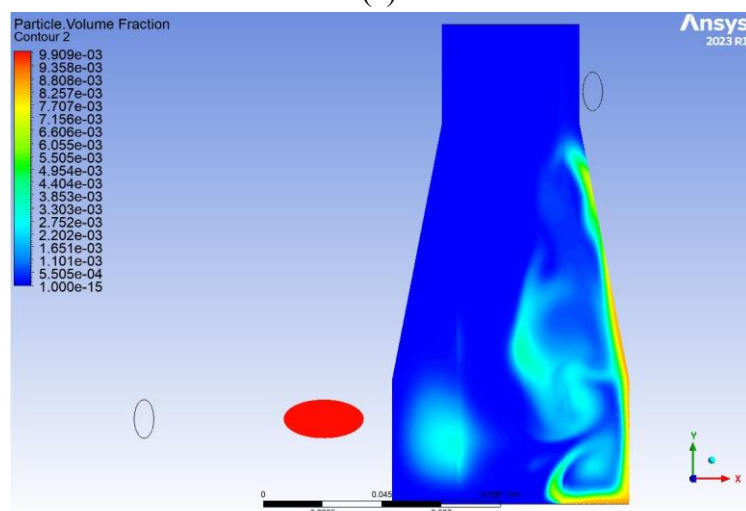
1. В процессе фильтрации образуется слой несжимаемого осадка.
2. Все не сепарированные частицы оседают на фильтровальной перегородке.
3. Образование осадка происходит равномерно по всей площади фильтровальной перегородки.

Порядок расчета

Для расчета эффективности сепарации использовался метод Эйлера [7], позволяющий рассчитать распределение объемной доли частиц в аппарате (рис. 6–7).



(а)



(б)

Рис. 6, 7. Распределение объемной доли песка при исходной объемной концентрации 0,1, скорость вращения перегородки 0 (а), 100 (б), об/мин.

Определяя, таким образом, долю частиц, прошедших через фильтровальную перегородку, неотсепарированными, определяем эффективность сепарации η , которую используем для последующих расчётов скорости нарастания слоя осадка.

$$\eta = \frac{x_{\text{сн}} \cdot v_{\text{сн}}}{x_{\text{сн}} \cdot v_{\text{сн}} + x_{\text{фп}} \cdot v_{\text{фп}} + x_{\text{вн}} \cdot v_{\text{вн}}},$$

где $x_{\text{сн}}$, $x_{\text{фп}}$, $x_{\text{вн}}$ – объемная доля частиц в объеме перед фильтровальной перегородкой, в фильтровальной перегородке и за фильтровальной перегородкой, соответственно. Являются выходными данными компьютерного моделирования $v_{\text{сн}}$, $v_{\text{фп}}$, $v_{\text{вн}}$ – объем соответствующей части фильтра, м³.

Согласно полученным данным эффективность сепарации слабо зависит от толщины слоя осадка, для цилиндрического корпуса эффективность сепарации с увеличением скорости вращения фп ниже, чем для конического корпуса. Расчет продолжительности работы аппарата до достижения определенного слоя осадка при таких условиях осуществлялся с помощью формулы:

$$\Delta t = \frac{LS}{Qx\eta},$$

где L – толщина осадка; S – площадь фильтровальной перегородки, м²; Q – расход жидкости, м³/с; x – объемная доля частиц в исходной жидкости; η – эффективность сепарации.

Результаты численных расчетов

Для получения значений перепада статического давления выводились статические давления на входе в аппарат и на выходе очищенной жидкости. Результаты расчётов приведены на рис. 8, 9.

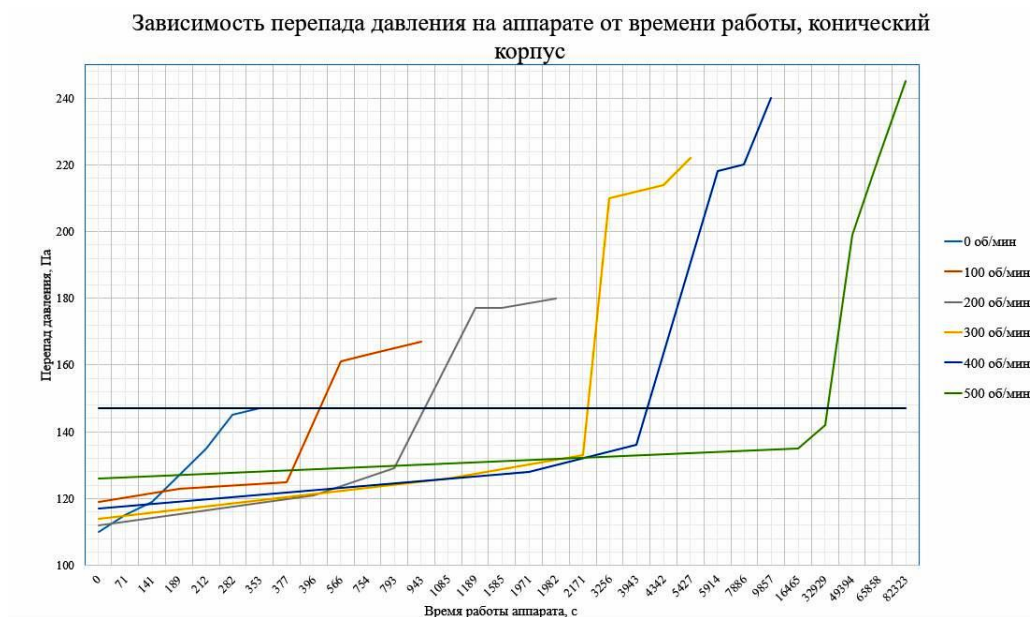


Рис. 8, 9. Результаты численного расчета, конический корпус

При увеличении слоя осадка с 2 до 3 мм, происходит скачек перепада давления на аппарате, более выражено данный эффект наблюдается при использовании конического корпуса. Связано это может быть с геометрическим моделированием слоем осадка, что изменяет расчетную область модели и приводит к изменению конфигурации течения (рис. 10–13).

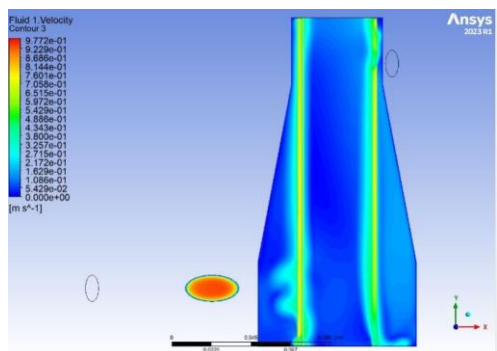


Рис. 10. Конфигурация течения и линии тока. Осадок 2 мм, скорость вращения ФП 400 об/мин.

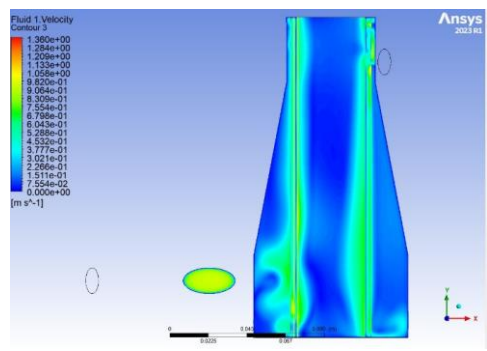


Рис. 11. Конфигурация течения и линии тока. Осадок 3 мм, скорость вращения ФП 400 об/мин.

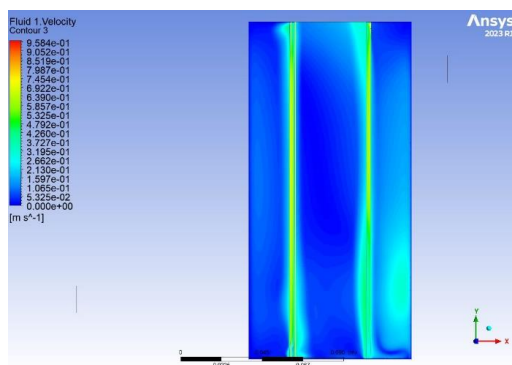


Рис. 12. Конфигурация течения и линии тока. Осадок 2 мм, скорость вращения ФП 300 об/мин.

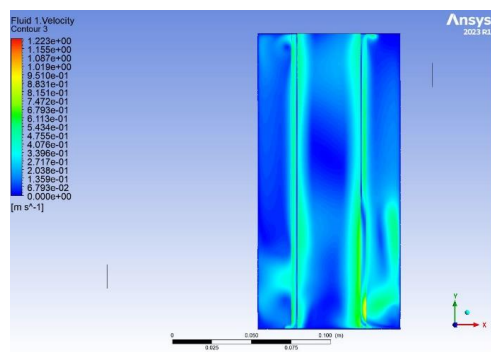


Рис. 13. Конфигурация течения и линии тока. Осадок 2 мм, скорость вращения ФП 300 об/мин.

Как видно из конфигурации течения, при увеличении толщины осадка с 2 до 3 мм при тех же рабочих условиях, приводит к увеличению интенсивности вихреобразования, в частности, для конического корпуса происходит «запирание» верхней части проточной области вихрем.

В целом перепад давления на фильтровальной перегородке складывается из трех составляющих:

$$\Delta P_{об} = \Delta P_{пер} + \Delta P_{ос} + \Delta P_{цб},$$

где $\Delta P_{об}$ – полный перепад на фильтровальной перегородке, Па; $\Delta P_{пер}$ – перепад давления, вызываемый гидравлическим сопротивлением перегородки, Па; $\Delta P_{ос}$ – перепад давления, вызываемый гидравлическим сопротивлением перегородки, Па; $\Delta P_{цб}$ – перепад давления, вызываемый центробежными силами от вращения перегородки, Па.

Выводы

По результатам расчета сделаны следующие выводы.

1. Увеличение скорости вращения фильтровальной перегородки до 500 об/мин. обеспечивает более чем двухсоткратный рост времени работы фильтра при коническом корпусе и более чем ста семидесяти кратный при цилиндрическом корпусе.

2. Увеличение скорости вращения снижает темп прироста составляющей перепада, которая зависит от гидравлического сопротивления осадка.

3. При увеличении скорости вращения перегородки до 500 об/мин., повышается перепад давления на перегородке, однако, без применения вращения, перепады давления выравниваются уже через 190 с за счет нарастания осадка, достижение максимального перепада давления без применения вращения осуществляется через 353 с, с применением вращения скоростью 500 об/мин. данный перепад достигается спустя 33000 с (горизонтальная прямая на рис. 8, 9).

Список использованной литературы

1. Девисилов В.А., Мягков И.А. Теоретические подходы к расчету гидродинамического вибрационного фильтра // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1(3). – С. 860–876.
2. Frolov N.P., Devisilov V. A. Investigation of the pressure drop on the filtration and protective baffles of a hydrodynamic vibration filter using ANSYS CFX// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 815. – Issue 1. – Art.no 012008.
3. Александров А.А., Девисилов В.А., Шарай Е.Ю. Численное исследование течения жидкости между проницаемыми вращающимися цилиндрическими поверхностями // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2020. – № 1(88). – С. 32–45.
4. Влияние геометрических параметров рабочего канала гидродинамического фильтра с защитной перегородкой на структуру течения среды / А.А. Александров [и др.] // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2018. – № 2(77). – С. 23–38.
5. Девисилов В.А., Мягков И.А., Шарай Е.Ю. Исследование гидродинамического вибрационного фильтрования и разработка конструкции фильтра // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1–3. – С. 866–876.
6. Шарай Е.Ю. Компьютерное моделирование многофазных течений при решении задач техноферной безопасности: учеб. пособие / Е.Ю. Шарай; под ред. В.А. Девисилова. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 128 с.
7. Ansys, CFX solver model, CFX 5.7, Printbook (help), 2004, Ansys Canada Ltd.
8. Ентов В.М. Теория фильтрации // Соровский образовательный журнал. – 1998. – № 2.
9. McCabe, Warren L.; Smith, Julian C.; Harriot, Peter, Unit Operations of Chemical Engineering (seventh ed.). – New York: McGraw-Hill. – 2005. – P. 163–165.
10. Дербунович Г.И., Земская А.С., Репик Е.У., Соседко Ю.П. К вопросу о гидравлическом сопротивлении сеток // Ученые записки ЦАГИ. – 1980. – Т. XI. – № 2. – С. 133–1362.
11. Kristof Koch, André Revil, Klaus Holliger. Relating the permeability of quartz sands to their grain size and spectral induced polarization characteristics // Geophysical Journal International. – 2012. – Vol. 190. – Issue 1, August. – P. 230–242.
12. Jacob Bear. Dynamics of Fluids in Porous Media//American Elsevier Publishing Company, 1972.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Каминский Эдгар Вадимович, студент,

Антонова Ильвира Илгизовна, старший преп.,

Каримуллина Дарина Ирековна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: antonova.ilvira@yandex.ru*

Аннотация. В статье приводится состав и технологические особенности производства лакокрасочной продукции. Актуализируется роль применения ресурсосберегающих и передовых доступных технологий при повышении экологичности производства лакокрасочных материалов. Рассмотрены подходы по снижению негативного воздействия на окружающую природную среду, вследствие внедрения и утилизации отходов, применения альтернативной энергетики.

Ключевые слова: производство лакокрасочной продукции, лакокрасочные материалы, ресурсосбережение, наилучшие доступные технологии, утилизация отходов, альтернативная энергетика.

INCREASING THE ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGY FOR PRODUCING PAINT AND VARNISH MATERIALS

Kaminsky E.V., Antonova I.I., Karimullina D.I.

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Annotation. The article provides the composition and technological features of the production of paint and varnish products. The role of using resource-saving and best available technologies in increasing the environmental friendliness of the production of paints and varnishes is being updated. Approaches to reducing the

negative impact on the natural environment due to the introduction and disposal of waste and the use of alternative energy are considered.

Key words: *production of paint and varnish products, paint and varnish materials, resource conservation, best available technologies, waste disposal, alternative energy.*

Введение

Лакокрасочные материалы широко применяются как в промышленной отрасли при покраске оборудования, деталей, машин и механизмов, так и в бытовой сфере при покраске стен, фасадов зданий и др. Широкое применение обуславливает необходимость увеличения темпов производства лакокрасочной продукции, что требует модернизации и оптимизации технологии производства и получения материала.

Лакокрасочные предприятия входят в число лидирующих производителей промышленного комплекса России. Широкий спрос потребителей вызывает такая продукция как: водно-дисперсионные акриловые краски, пентафталевые (ПФ-115), алкидные (АУ, АФ), хлорвиниловые эмали (ХВ), эмали для дорожной разметки (АК), глифталевые (ГФ-021), двухкомпонентные алкидные, полиуретановые, эпоксидные [1].

В состав лакокрасочной композиции входит множество компонентов и их подбор осуществляется в зависимости от метода нанесения лакокрасочной композиции, приданию краске функциональных свойств, особенностей покрываемой поверхности, экологических и экономических требований. Основными компонентами рецептур ЛКМ являются пленкообразователи (полимерная дисперсия), наполнители (мел, каолин, волластонит, тальк и т.д.), пигменты (диоксид титана, окись цинка), загустители (эфир целлюлозы), модифицирующие добавки (коалесценты, диспергаторы, смягчители воды, пеногасители, консерванты и т.д.), вода [2; 3].

Разработка лакокрасочных материалов – сложный поэтапный процесс, состоящий из подбора компонентного состава, создания рецептуры,

химических преобразований, в результате смешения компонентов, с последующим образованием лакокрасочной композиции. Первый этап производства лакокрасочной полимерной дисперсии начинается с получения пленкообразователя (полимера), путем синтеза мономеров с инициаторами, модификаторами и другими специальными добавками. Пленкообразователь – полимер, на основе которого производится полимерная дисперсия, составляет основу лакокрасочного материала. Вторым этапом является дозирование и смешение сухих порошкообразных (наполнители и пигменты) и жидких (функциональные добавки и вода) компонентов в диссольтвере для получения пигментной пасты. Третий этап производства основан на получении лакокрасочной композиции в результате перемешивания пигментной пасты и полимерной дисперсии до однородной массы, не содержащей агрегатов и пузырьков воздуха [4; 5]. Заключительной стадией изготовления лакокрасочной продукции является дозирование, фасовка краски в тары и направление на склад лакокрасочного сырья.

Согласно постановлению Главного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 года № 74 «О введении в действие новой редакции 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» процесс производства лакокрасочных материалов относится к 3-му классу опасности, т.е. считается малоопасным и оказывает незначительное воздействие на природную среду, что связано с небольшими объемами загрязняющих выбросов, уровень опасности которых минимален. Однако в целях повышения экологичности производства следует применять принципы ресурсосбережения и наилучших доступных технологий.

Ресурсосберегающие технологии основаны на использовании возобновляемой энергии и вторичных ресурсов, утилизации отходов, рекуперации энергии, что позволяет сохранять природные ресурсы и снижать загрязнения окружающей среды [6].

Наилучшая доступная технология представляет собой технологию производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды, при условии наличия технической возможности ее применения [7].

В этой связи, рекомендуется применять следующие подходы повышения экологичности технологий производства ЛКМ.

1. Соблюдение санитарно-защитной зоны предприятия.

Территории предприятий, их сооружения, здания являются источниками выделения в окружающую среду вредных или пахучих веществ, а также являются источниками шума, вибрации, инфразвука, электромагнитных волн, статического электричества, поэтому их необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Они предназначены для обеспечения гигиенических норм в приземном слое, уменьшения отрицательного влияния предприятий, транспортных коммуникаций на природную среду и население [8]. Производство лакокрасочных материалов сопровождается загрязнением окружающей среды, поскольку отходы и сама продукция любого лакокрасочного производства включает в себя химические вещества, способные не только нанести вред здоровью человека, но и вызвать нарушение экологического баланса. Загрязнения поступают в окружающую среду с выбросами в атмосферу, сбросами сточных вод, а также при утилизации ТПО. В связи с тем, что предприятия по производству лакокрасочной продукции относятся к 3-му классу опасности, необходимая ширина санитарно-защитной зоны составляет 300 метров.

2. Замена токсичных органорастворимых лакокрасочных материалов на водорастворимые.

Традиционные органорастворимые лакокрасочные материалы на основе органических растворителей подразделяют на две группы красок: масляные и алкидные, из них последние получили большее распространение. Органорастворимые краски испаряются в процессе высыхания, выделяя

большую концентрацию легколетучих органических соединений в окружающую среду, что, соответственно, обуславливает их токсичность. В связи с этим, предприятиям по производству лакокрасочных материалов следует использовать в качестве пленкообразователя водно-дисперсионные полимерные дисперсии, которые являются более экологичными и содержание вредных веществ в них существенно ниже [9].

3. Внедрение в технологическую линию отходов других производств.

Практически 35–45% в лакокрасочных материалах приходится на содержание наполнителей – каолин, мел, тальк, доломит и др., которые можно заменить отходами других производств. Известны работы авторов [10–12], в которых предлагается замена традиционных наполнителей на пенополистирол, цинкосодержащие отходы, цинковую пыль. Результаты исследований свидетельствуют, что образцы, содержащие отходы производств, не уступают по характеристикам образцам, наполненным традиционными наполнителями.

Пигменты используются в достаточно меньшем количестве по сравнению с наполнителем, однако они имеют высокую стоимость и необходимы для создания лакокрасочного материала с высоким показателем укрывистости, что напрямую влияет на расход композиции. Известны работы авторов [13; 14], в которых предлагается замена традиционных пигментов, такие отходы как: гальваношламы, шламы ТЭЦ. В результате исследований авторами установлено, что полученные образцы, содержащие отходы производств, не уступают по характеристикам образцам, наполненным стандартными пигментами.

Таким образом, такая замена позволяет не только снизить нагрузку на окружающую среду, вследствие утилизации отходов, но и получить конкурентоспособный материал.

4. Утилизация отходов лакокрасочного производства.

При производстве лакокрасочной продукции, а также при очистке сточной воды на предприятии образуется ряд отходов. Известна работа авторов [15], в которых предлагается образующиеся отходы утилизировать в

производство такого строительного материала как: гидрофобизирующие добавки. Результаты исследований, полученные авторами, показали положительный результат применения отходов производства лакокрасочных материалов, а также установили, что показатели качества соответствуют стандартным.

5. Применение альтернативных источников энергии.

Добыча и использование традиционных видов топлива наносят серьезный вред окружающей среде, вызывая парниковый эффект, что также влияет на изменение климата. В этой связи, в целях ресурсосбережения и снижения негативного воздействия на экосистему следует переходить на альтернативные источники энергии. Применение альтернативных видов топлив позволит обеспечить экономию средств предприятия за счет снижения платежей за электроэнергию, а также способствует уменьшению негативного воздействия на окружающую природную среду, поскольку электроэнергия, вырабатываемая ТЭЦ или АЭС, основана на использовании природных видов топлив [16].

Выводы

Таким образом, роль применения ресурсосберегающих и наилучших доступных технологий на предприятиях неоспорима, а стремительное развитие лакокрасочной индустрии требует расширения производств лакокрасочных материалов, что вызывает необходимость повышения экологичности технологического процесса производства. Такие технологии включают соблюдение предприятием санитарно-защитной зоны, замену токсичных компонентов на более экологичные, применение отходов других производств, утилизацию образующихся отходов в другие индустрии, а также применение альтернативной энергетики. Рекомендованные меры позволят не только повысить экологичность производства, снизить нагрузку на окружающую природную среду, но и добиться повышения экономического эффекта.

Список использованной литературы

1. Ракова А.Ю., Замальдинова Ю.М. Виды, свойства и состав лакокрасочных материалов // В мире научных открытий. Материалы VII Международной студенческой научной конференции / [редкол.: И.И. Богданов и др.]. – Ульяновск, 2023. – С. 2329–2333.
2. Мюллер Б. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур / Б. Мюллер, У. Пот. – М.: ООО «Пэйнт-медиа», 2007. – 237 с.
3. Анисимова С.В., Шурыгина Ю.Н., Павликова С.М. Полимерные водные дисперсии в технологиях применения сухих строительных смесей // Construction materials. – 2018. – № 3. – С. 80–84.
4. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Вдовин Е.А., Строганов И.В. Защита бетона и металла от воздействия агрессивных сред стирол-акриловыми наполненными композициями. Коррозия: защита, материалы // Приложение к журналу «Технология металлов». – 2023. – № 13. – С. 1–3.
5. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Вдовин Е.А., Строганов И.В. Защита бетона и металла от воздействия агрессивных сред стирол-акриловыми наполненными композициями. Коррозия: защита, материалы // Приложение к журналу «Технология металлов». – 2023. – № 14. – С. 12–19.
6. Кудяев З.Р., Кумахов А.А. К вопросу энерго- и ресурсосбережения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2021. – № 4(34). – С. 48–52.
7. Гусева Т.В., Чечеватова О.Ю., Гревцов О.В., Санжаровский А.Ю., Молчанова Я.П. Наилучшие доступные технологии и повышение энергоэффективности // Компетентность. – 2019. – № – 1. – С. 30–35.
8. Мунтяну П.В. Понятие санитарно-защитной зоны: подходы и определения // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2021. – № 5. – С. 861–873.
9. Кузнецова О.П. Экологическое развитие в лакокрасочной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 14. – С. 66–70.
10. Шадеева М.А., Кириллова Е.А. Создание научно-технических процессов получения краски на основе промышленных отходов // Современная наука: новые подходы и актуальные исследования. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общ. ред. А.И. Вострецова. – 2020. – С. 17–22.
11. Елесин М.А. Организация безотходной технологии производства лакокрасочных материалов из шламовых отходов // Культура. Наука. Производство. – 2023. – № 11. – С. 5–9.

12. Урбанович Н.И., Барановский К.Э., Розенберг Е.В. Анализ коррозионных свойств цинксодержащих покрытий на базе дисперсного отхода горячего цинкования // Литье и металлургия. – 2020. – № 4. – С. 106–112.

13. Калинин А.В., Разговоров П.Б., Игнатьев А.А. Применение гальваношлямов в составе пигментной части одноупаковочной силикатной краски. Умные композиты в строительстве. – 2021. – Т. 2. – № 4. – С. 62–73.

14. Платонов А.П., Ковчур С.Г., Гречаников А.В. Утилизация отходов ТЭЦ с целью получения фасадной краски // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2004. – № 6. – С. 129–132.

15. Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Габлия А.А. Пути снижения затрат на устройство инъекционной гидроизоляции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 179–189.

16. Клешнин Ю.А. Альтернативные источники энергии // Вестник науки. – 2020. – № 8 (29). – С. 62–64.

УДК 3338.48

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Филина Наталья Александровна, канд. техн. наук, доцент,

Скорикова Любовь Александровна, канд. техн. наук, доцент,

Тарасова Ирина Сергеевна, ст. преп.

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола, e-mail: SkorikovaLA@volgatech.net, TarasovaIS@volgatech.net*

Аннотация. В данной статье проведена оценка профессионального риска в строительной организации. Указаны достоинства и недостатки каждой из методик. Также выявлен эффективный метод оценки профессиональных рисков.

Ключевые слова: риски, оценка, профессиональные риски, предприятие, строительство.

ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS IN THE CONSTRUCTION ORGANIZATION

*N.A. Filina, L.A. Skorikova, I.S. Tarasova,
Volga Region State Technological University*

Abstract. *This article provides an assessment of occupational risk in construction enterprises. The advantages and disadvantages of each of the methods are indicated. An effective method of assessing occupational risks has also been identified.*

Keywords: *risks, assessment, professional risks, enterprise, construction.*

Введение

Статья 209 ТК РФ [7] говорит, что управление профессиональными рисками – это элемент системы управления охраной труда, а в части 2 статьи 212 ТК РФ [7] содержится информация о том, что в обязанность работодателя входит обеспечение создания и функционирования системы управления охраной труда.

Обязанность работодателя согласно статье 218 ТК РФ [7] систематически выявлять опасности, оценивать и управлять ими. В настоящее время каждое предприятие стремится уменьшить производственный травматизм в организации, т.е. стремится проявить заботу о своих сотрудниках [1].

Опасности на том или ином рабочем месте могут возникать с различной вероятностью и последствиями, поэтому обязанность любого работодателя оценить такие опасности, постараться минимизировать последствия этих опасностей, т.е. выполнять мероприятия, направленные на снижение существующих рисков.

Целью данной статьи является определение профессиональных рисков рабочих строительных профессий с учетом их идентифицированных опасностей.

Выполнение оценки профессиональных рисков на производстве способствует повышению социальной защищенности рабочего персонала, обеспечивает экологическую безопасность, а самое главное, побуждает работников к соблюдению требований, касающихся охраны труда.

Процедура управления профессиональными рисками является одной из главных обязанностей работодателя. Порядок оценки профессиональных рисков содержит позиции, представленные на рис. 1.

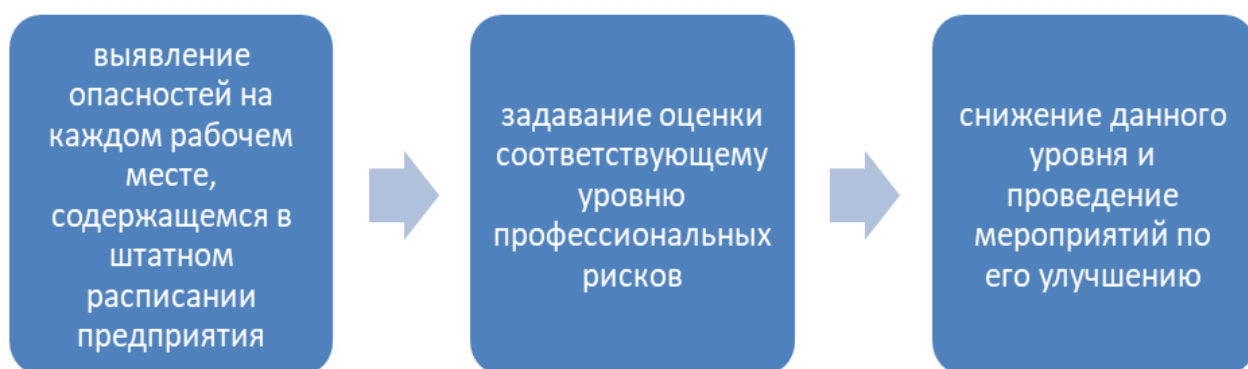


Рис. 1. Порядок оценки профессиональных рисков

В приказе Минтруда от 29 октября 2021 года № 776н [2] говорится, что управление профессиональными рисками должно быть оформлено документально, но конкретных методических рекомендаций, на которых базируется оценка профессиональных рисков на предприятии, не имеется.

На данный момент согласно ст. 218 ТК РФ [7] рекомендации по выбору методов оценки уровня профессиональных рисков утверждаются Минтрудом. Приказ № 796н [3] разработан в помощь работодателям по ориентированию и выбору метода оценки уровня риска, он носит рекомендательный характер.

На предприятии ООО «КВАРТСТРОЙ» была проведена оценка профессиональных рисков, выбраны методики для того, чтобы посмотреть различия в них и выявить наиболее верный подход.

Первым методом, по которой выполнена оценка профрисков на предприятии ООО «КВАРТСТРОЙ» является количественный метод Файна-

Кинни. В основе этого метода лежит расчет индекса профессионального риска (впоследствии – ИПР) для каждой обнаруженной опасности на рабочем месте.

Значение ИПР вычисляем по формуле:

$$\text{ИПР} = \text{Подверженность} \times \text{Вероятность} \times \text{Последствия.}$$

Иными словами, во всех случаях выясняется, как какое-либо несоблюдение правил по охране труда может стать причиной профессионального заболевания или повлечет за собой возникновение производственной травмы. То есть в вышеуказанном методе анализируются все стадии работ на каждом конкретном месте: от подготовки его к работе до периода выполнения и в конечном итоге завершения.

Оценка профессиональных рисков на примере стропальщика строительной организации по методу Файна-Кинни представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оценка профессиональных рисков стропальщика методом Файна-Кинни

Основное подразделение	Поверхность пола	Неровные мокрые опорные поверхности	Нехарактерно, но возможно	3	От случая к случаю	3	Случаи временной нетрудоспособности	6
	Поверхность пола	Скользкие обледенелые, опорные поверхности	Нехарактерно, но возможно	3	От случая к случаю	3	Потеря трудоспособности, инвалидность	7
	Пожар	Опасность от вдыхания дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре. Опасность воздействия открытого пламени. Опасность воздействия пониженной концентрации кислорода в воздухе	Можно себе представить, но маловероятно	0,5	Регулярно (ежедневно)	6	Потеря трудоспособности, инвалидность	7

Территория организации	Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Регулярно (ежедневно)	6	Потеря трудоспособности, инвалидность	7
Лестничные пролеты, лестницы	Опасность падения с высоты при передвижении по лестничным пролетам (лестницам)	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Регулярно (ежедневно)	6	Потеря трудоспособности, инвалидность	7
Производственная пыль	Лестничный пролет, пороги	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Регулярно (ежедневно)	6	Потеря трудоспособности, инвалидность	7
Ручные инструменты	Неисправные ручные инструменты	Очень вероятно	6	Редко	1	Случай временной нетрудоспособности	3
Человеческий фактор, высокая нагрузка	Опасность психических нагрузок, стрессов	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Редко	1	Случай временной нетрудоспособности	3
Снег, лед, ветви деревьев, элементов зданий и др.	Падение предметов на территории организации	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Редко	1	Случай временной нетрудоспособности	3
Яркий, резкий свет	Опасность, связанная с воздействием световой среды	Можно себе представить, но невероятно	0,5	Редко	1	Случай временной нетрудоспособности	3

Отличие метода Файна-Кинни от остальных методов заключается в том, что здесь присутствует помимо всех осей еще одна ось, которая учитывает подверженность, иными словами, частотность события, т.е., как часто трудящийся подвергается опасности [4].

В качестве второй методики оценки профессиональных рисков был выбран метод матрицы последствий и вероятностей (рис. 2).

ВЕРОЯТНОСТЬ (LIKELIHOOD)	Редко [Rare] (1)	Однажды [Remote] (2)	Случайно [Occasional] (3)	Часто [Frequent] (4)	Почти Определенно [Almost Certain] (5)
ТЯЖЕСТЬ УЩЕРБА (SEVERITY)					
Катастрофическая [Catastrophic] (5)	С 5	С 10	В 15	В 20	В 25
Большая [Major] (4)	Н 4	С 8	С 12	В 16	В 20
Умеренная [Moderate] (3)	Н 3	С 6	С 9	С 12	В 15
Незначительная [Minor] (2)	Н 2	Н 4	С 6	С 8	С 10
Пренебрежимо малая [Negligible] (1)	Н 1	Н 2	Н 3	Н 4	С 5

Рис. 2. Матрица последствий и вероятностей (тепловая карта)

В основе метода лежит определение оценки профессионального риска, который включает в себя шаг из пяти уровней возможных последствий и пяти уровней возникновения вероятности. Как правило, произведение определенных уровней определяет показатель риска.

Из этого следует, что чем ниже или выше уровень риска, тем ниже или выше вероятность тяжести последствий и события [5].

Оценка профессиональных рисков на примере стропальщика строительной организации ООО «КВАРТСТРОЙ» по методу матрицы последствий и вероятностей представлена в табл. 2.

Оценка профессиональных рисков стропальщика

Цех/помещение	Опасность	Тяжесть ущерба	Вероятность	Итог
Основное подразделение	Опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт)	4	5	20
	Опасность получить травму в результате воздействия движущихся частей механизмов и оборудования	4	3	12
	Опасность от вдыхания дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре. Опасность воздействия открытого пламени. Опасность воздействия пониженной концентрации кислорода в воздухе	4	3	12
	Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	4	2	8
	Опасность падения с высоты при передвижении по лестничным пролетам (лестницам)	4	2	8
	Опасность вдыхания производственной пыли	3	2	6
	Опасность пореза частей тела ручными инструментами	3	3	9
	Опасность психических нагрузок, стрессов	1	1	1
	Снег, лед, ветви деревьев, элементов зданий и др.	1	1	1
	Опасность от яркого света	1	1	1

Для определения уровня профессионального риска может быть применен метод экспертной оценки на основе имеющегося опыта работы и анализа опасных событий, происходивших на данном предприятии или в других организациях с аналогичным профилем производственной деятельности. Используя составленный реестр опасностей, производится определение уровней риска и оформляется карта оценки рисков (табл. 3).

**Оценочный лист (карта оценки рисков). Рабочее место: арматурщик,
бетонщик, монтажник, стропальщик, электросварщик**

№ п/п	Реестр опасностей	Характеристика событий, происходящих с данной степенью вероятности		Характеристика опасных событий по значимости (серьезности) последствий		Значение уровня риска		
		Характеристика	Вероятность	Травмы и последствия	Значимость опасного события, балл	Класс условий труда	Значение риска, балл	Уровень риска
1	Работы на высоте при отсутствии ограждений	Достоверно, опасность может произойти	0,8	Значительные последствия: смертельный несчастный случай или длительное лечение	8,0	3.4	6,4	R4
2	Воздействие движущихся конструкций, опалубки, приспособлений	Достоверно, опасность может произойти	0,7	Значительные последствия: смертельный несчастный случай или длительное лечение	8,0	3.3	5,6	R4
3	Опасность падения груза, предметов	Возможно, при отклонениях в работе может произойти	0,5	Ощутимые последствия, травма	5,0	3.1	2,5	R3
4	Воздействие электрического тока	Маловероятно, событие может возникнуть в присутствии нескольких факторов	0,3	Ощутимые последствия, травма	5,0	2.0	1,5	R2
5	Пользование инструментом и приспособлениями	Маловероятно, событие может возникнуть	0,3	Ощутимые последствия, травма	4,0	2	1,2	R2

		никнуть при стечении обстоятельств						
6	Отсутствие ограждений проемов и лестничных маршей	Маловероятно, событие может возникнуть при стечении обстоятельств	0,3	Ощутимые последствия, травма	4,0	2	1,2	R2
7	Опасность, связанная с неприменением средств индивидуальной защиты (страховочной привязи)	Достоверно, опасность может произойти	0,8	Значительные последствия: смертельный несчастный случай, длительное лечение	8,0	3.3	6,4	R4
8	Неудовлетворительные погодные условия	Маловероятно, событие возможно при стечении обстоятельств	0,25	Незначительные последствия	2,0	1.0	0,5	R1
9	Наличие неубранных предметов на рабочих местах	Маловероятно, событие возможно при стечении обстоятельств	0,25	Незначительные последствия (синяк, ушибы, ссадины)	2,0	1.0	0,5	R1

Анализируя методики, которые были применены для оценки профессиональных рисков, можно сказать следующее.

1. Матричный метод – это метод, в основе которого лежит расчет уровня тяжести последствий и вероятность возникновения опасных ситуаций на предприятии для того, чтобы обезопасить сотрудника. Достоинство данного метода заключается в наглядности, простоте, легким ранжированием рисками. Минусы состоят в низкой объективности и в том, что нужно устанавливать критерии шкалы в матрице.

2. К основным недостаткам метода Файна-Кинни можно отнести то, что выявление оценки профессионального риска реализуется для конкретного

несчастливого случая на производстве, но при этом данная методика противостоит определению интегрального показателя профессионального риска, а также не дает высоких требований к знаниям и опытам экспертов.

3. Методика оценки профессиональных рисков с помощью оценочного листа дает возможность учитывать специфику выполнения строительных работ и точно определять вероятность и последствия опасных событий, однако необходимо привлекать высококвалифицированных специалистов, также к участию могут быть привлечены непосредственные руководители производства работ (мастера, прорабы, начальники участков). Это повысит эффективность контроля за соблюдением требований охраны труда на всех этапах производственного цикла и обеспечит возможность оптимизации профилактических мероприятий по снижению травматизма в строительной индустрии.

Выводы

Наиболее эффективным методом оценки профессионального риска на предприятии ООО «КВАРТСТРОЙ» является метод Файна-Кинни. Он характеризуется простотой расчетов, наглядностью, а самое главное обеспечивает количественную оценку уровня риска [1].

Список использованной литературы

1. Садовина Е.А. Оценка профессиональных рисков. – 2021. – № 18(20). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46350551>.
2. Приказ Минтруда от 29 октября 2021 года № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда».
3. Приказ Минтруда России № 796н от 28 декабря 2021 г. «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».
4. Исакова А.К. Анализ подходов к оценке профессиональных рисков / А.К. Исакова, Е.В. Бакико // Молодежь и XXI век: материалы VI Междунар. молодеж. науч. конф. – Курск, 2016.
5. Симонова Н. Оценка индивидуального профессионального риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kiout.ru/info/publish/22928> (дата обращения: 10.04.2024).

6. Нассер С.С. Модель, методика и алгоритмы автоматизированной оценки профессиональных рисков на производстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.С. Нассер. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015.

7. Трудовой кодекс Российской Федерации // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 1.

УДК 628.336.412

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ИЛОВЫХ ПОЛЕЙ

Копысова Юлия Викторовна, студент,

Антонова Ильвира Илгизовна, ст. преп.,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, e-mail: antonova.ilvira@yandex.ru

Вдовина Ксения Евгеньевна, студент

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург

Аннотация. *Статья посвящена проблеме влияния иловых полей на окружающую среду. В статье проводится анализ состояния иловых полей на сегодняшний день и выявляются способы утилизации ила.*

Ключевые слова: *сточные воды, ил, иловые площадки, биологическая очистка.*

ECOLOGICAL PROBLEM OF SLUT FIELDS

Kopysova Yu.V., Antonova I.I., Vdovina K.E.

*Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan,
Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg*

Annotation. *The article is devoted to the problem of the influence of silt fields on the environment. The article analyzes the current state of silt fields and identifies ways to dispose of silt.*

Key words: *wastewater, sludge, sludge beds, biological cleaning.*

Введение

Во многих странах мира существует проблема обработки осадков, образующихся в результате биологической очистки производственных и коммунальных сточных вод [1]. Объем этих осадков составляет в среднем 0,2–0,8% или даже больше от общего объема очищаемых сточных вод. Разработка эффективных методов очистки становится жизненно важной для устойчивого управления водными ресурсами. В очистных сооружениях, при возвращении воды в природу, образуются различные отходы, включая активный ил. Активный ил – это биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных вод [2].

Избыточный активный ил, накапливающийся на иловых полях, является серьезной проблемой, которая требует внимания и поиска эффективных решений [3]. Одним из способов устранения избыточного активного ила является его сушка на иловых полях, где происходит естественная конвекция. Эти поля являются одними из первых сооружений обработки осадка сточных вод. Они предназначены для естественного обезвоживания осадков, образующихся на станциях биологической очистки сточных вод. Это самый распространенный в России метод обезвоживания. В настоящее время на иловых площадках обрабатывается 90% всего осадка, образующегося в России. Привлекательность этих сооружений объясняется простотой инженерного обеспечения и лёгкостью эксплуатации. Применение того или иного вида площадок зависит от местных условий, специфики климата, наличия дополнительных источников энергии, свободных площадей [4]. Следует отметить, что количество илового осадка, измененного в результате антропогенного воздействия жизнедеятельности людей, уже сегодня достигает значительных размеров и продолжает увеличиваться. Например, ежегодно в российской столице с акватории р. Москва и других водоёмов специализированными службами собираются и по возможности утилизируются тонны бытового, строительного мусора, иловых донных отложений [5].

Однако этот процесс сопровождается негативными последствиями, которые необходимо учитывать.

Одной из проблем, возникающих при сушке избыточного активного ила на иловых полях, является процесс отчуждения земель. После процесса сушки иловые поля теряют свою плодородность и не могут быть использованы для сельскохозяйственных целей. Это приводит к уменьшению площади земель, доступных для использования, и может вызвать проблемы с обеспечением продовольственной безопасности.

Кроме того, сушка избыточного активного ила на иловых полях может привести к загрязнению поверхностных вод. В процессе сушки иловые поля могут выделять различные химические вещества, которые могут попасть в водоемы и негативно повлиять на экосистему. Это может привести к снижению качества воды и угрозе для животных и растений, которые зависят от этих водоемов.

Также следует учитывать распространение гнилостного запаха от иловых площадок. Избыточный активный ил, находящийся на иловых полях, может выделять неприятный запах, который может распространяться на значительные расстояния. Следствием этого является дискомфорт для проживающих в близлежащих населенных пунктах, что весьма негативно влияет на качество их жизни.

Для решения этих проблем необходимо искать альтернативные способы утилизации избыточного активного ила, которые позволят минимизировать негативные последствия и сохранить окружающую среду.

Рассмотрим несколько актуальных способов утилизации ила. Наиболее популярным методом утилизации ила в России является депонирование. Метод депонирования заключается в захоронении избыточного активного ила на специализированных площадках – полигонах. Этот способ утилизации является самым дешевым. Однако использование для этих целей земли и осаждаемый таким образом осадок приходят в непригодность и в дальнейшем не используются.

Сжигание – процесс окисления органической части осадков до нетоксичных газов и золы. Данный процесс позволяет значительно уменьшить объем осадка и уничтожить патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов. Однако из-за высокого содержания тяжелых металлов в шламе при сжигании образуются токсичные вещества. Сжигание в печах иловых осадков хоть и является эффективным методом, но требует соблюдения особых требований к технологическому процессу.

Анализ способов утилизации избыточного активного ила показал, что наиболее эффективным методом утилизации является пиролиз [6]. В основе лежит высокотемпературный нагрев без доступа кислорода, с получением топливных компонентов (уголь, пиролизное масло, пиролизный газ). Одним из главных достоинств данного метода является совместная утилизация избыточного активного ила и получение продуктов, которые можно использовать в производстве.

Сухой ил содержит около 80% органических веществ. Наиболее экологичным способом утилизации избыточного активного ила является его использование в качестве органического удобрения. Однако реализация этого способа возможна только при отсутствии тяжелых металлов и токсикантов в составе смеси.

Одним из наиболее привлекательных является новый способ решения проблемы иловых полей [6], в котором учтены все возможные факторы и риски, минимизированы негативные последствия и максимизированы положительные результаты. Метод заключается в том, что ил закачивается в геотубу (огромный «мешок» из полимерного волокна вместимостью в 2,5 тысячи кубических метров), благодаря флокулянту через поры «мешка» наружу начинает «выжиматься» прозрачная вода, а внутри геотубы остается иловый осадок с влажностью примерно 70%. Вода по системе дренажных каналов отводится в голову очистных сооружений, где проходит положенный цикл очистки вместе с остальными городскими стоками. Геотубы укладывают в три ряда, образуя своеобразный холм. Затем их засыпают песком, накрывают

защитным материалом, присыпают плодородным грунтом и засеивают газон. Далее протекает этап биологической рекультивации, который занимает примерно три с половиной года. В результате чего процессы, происходящие в геотубах, позволяют превратить зловонный ил в обыкновенный и полезный почвогрунт.

Выводы

Таким образом, утилизация избыточного активного ила является актуальной задачей в ряду мероприятий по сохранению окружающей среды. Все рассмотренные подходы позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду, преобразовать избыточный активный ил в полезный природный ресурс.

Список использованной литературы

1. Лихачева А.В. Воздействие иловых площадок на окружающую среду // Ресурсно-энергосберегающие технологии в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междун. науч.-технич. конф. – Минск, 2000. – С. 311–315.
2. Исхакова Р.Я., Нургалиев А.И. Утилизация осадков биологической очистки сточных вод муниципальных предприятий // Экологические проблемы промышленных городов. Сборник научных трудов 11-ой Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2023. – С. 30–32.
3. Невзорова А.Б. Оценка значимости риска влияния климата на состояние иловых площадок / А.Б. Невзорова, О.К. Новикова // Архив С.О.К. – 2022. – № 4. – С. 34–38.
4. Калимуллина Д.Д., Осуществление обезвоживания осадков сточных вод на иловых площадках / Д.Д. Калимуллина, И.З. Багаутдинов // Инновационная наука. – 2016. – № 5. – С. 2–3.
5. Щербина Е.В. Основы концепции комплексного управления обращением с иловыми осадками для обеспечения экологической безопасности в городском хозяйстве / Е.В. Щербина, А.И. Ковальская // Наукоедение. – 2012. – № 4. – С. 2.
6. Разработка эффективного способа утилизации илового осадка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/701/1/Сучкова%20О.А._ЗОСб_1201.pdf (дата обращения: 06.03.2024).

7. Новостная статья: «Работаем днем и ночью»: как идет рекультивация иловых полей в Казани» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m.realnoevremya.ru/articles/267765-rabotaem-dnem-i-nochyu-kak-idet-rekultivaciya-ilovyh-poley-v-kazani> (дата обращения: 06.03.2024).

УДК 627.4

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СОХРАНЕНИЮ

Шарафутдинова Анастасия Валерьевна, канд. техн. наук, доцент,

Нигматуллин Руслан Ильдарович, студент,

Сулайманов Камиль Арсланович, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственных архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: kamil.sulajmanoff@yandex.ru*

***Аннотация.** Выполнен анализ состояния рек и озёр на территории РФ. Приведены примеры основных загрязнений. Рассмотрены мероприятия по улучшению качества водных ресурсов.*

***Ключевые слова:** водные ресурсы, водный кризис, сохранение, водоохранная зона.*

ANALYSIS OF THE QUALITY OF WATER BODIES AND MEASURES FOR THEIR PRESERVATION

Sharafutdinova A.V., Nigmatullin R.I., Sulaimanov K.A.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

***Annotation.** The article analyzes the state of rivers and lakes in the territory of the Russian Federation. Examples of the main pollutants are given. Measures to improve the quality of water resources are considered.*

***Keywords:** water resources, water crisis, conservation, water protection zone.*

Введение

Одной из основных проблем охраны окружающей среды является загрязнение водных объектов. Этой проблеме посвящен ряд международных конференций и докладов, таких как Конференция Организации Объединенных Наций по водным ресурсам. Именно поэтому весьма актуален вопрос по созданию различных проектов, направленных на очистку водных объектов. Таким образом, целью работы является анализ состояния качества водных объектов РФ на примере рек республики Татарстан и мероприятий по их охране.

Вода – основной источник жизни на планете и очень легко поддается к изменению, любой антропогенной фактор может резко изменить состав воды и подвергнуть опасности все живое, обитающее в ней [1].

К началу XXI века только 13% объемов Мирового океана не тронуты человеком. Загрязнение океанов, как правило – результат деятельности людей, осуществляемой на суше: ее с океанами связывают реки, несущие в большие воды различные загрязнители. Наиболее вредные и опасные среди них – нефтепродукты, химические удобрения, канализационные сточные воды. Одним из важнейших примеров экологических проблем является большое тихоокеанское мусорное пятно, которое имеет площадь около 1,5 млн кв. км: это две территории Франции [1].

Российская Федерация – страна, которая является самым большим государством в мире, её площадь составляет более 17,2 млн кв. км. Территория России омывается 13 морями, 12 из них принадлежат океанам и только 1 считается внутренним. Благодаря такому количеству морей страна имеет самую протяженную береговую линию в мире, её длина около 61 тыс. км. Именно поэтому проблема загрязнения водных объектов является наиболее приоритетной для экологов нашей страны [2].

По статистическим данным, полученным в исследованиях Росгидрометом в период с 2009 по 2020 годы, большая часть антропогенных загрязнений

поверхностных вод произошла в Свердловской области (29,2% всех инцидентов), в антирейтинг также вошли Смоленская область (8,1%), Мурманская область (7,1%), Московская область (5,6%), Красноярский край (5,3%), Новосибирская область (4,7%), Ямало-Ненецкий автономный округ (3,5%), Челябинская область (2,6%), Оренбургская область (2,4%) и Вологодская область (1,8%) [3].

Больше всего экстремально высоких загрязнений в 2023 году отмечено на реках и водоемах Свердловской области (806 случаев, из них: 604 высоких загрязнения – бассейны рек Тобол, Кама, малые водоемы; 202 экстремальных загрязнения – реки Тальтия, Черная, Ольховка и 29 других) [3].

На сегодняшний день статистика в России по мониторингу состояния водных ресурсов неутешительная. Ежегодно фиксируется около 3000 случаев загрязнения водоёмов. Наиболее заражёнными считаются реки Обь, Волга и Амур, на которые приходится сброс 70% всех отходов [3].

Как уже отмечено выше, наибольший риск загрязнения отмечен для крупных рек Сибири и у основной водной артерии европейской части России – Волги.

На территории Республики Татарстан находится большое количество водных объектов, таких как Кама, Вятка и Волга – резервуар реки в республике. Нижнекамское и Куйбышевское водохранилища – место самых больших запасов пресной воды. Из общего количества водотоков республики 3686 рек являются действительно малыми реками, длина которых не превышает 10 км. Проблема деградации водных объектов является острой в нашей Республике.

От изменчивости гидрометеорологических условий зависит степень загрязнения малых рек. К умеренно загрязненным относятся водоёмы Куйбышевского водохранилища. В них высока концентрация фенолов, медных соединений, нефтепродуктов. Вода на городских пляжах начинает «цвести» уже в июне. Общую загрязнённость водохранилища относят к 3 классу из 6 возможных, например, ПДК фенола и меди превышены в 2–5 раз [6].

В рамках Федерального проекта «Сохранение уникальных водных объектов» национального проекта «Экология», волонтерами было собрано около 400 куб. м мусора на Куйбышевском водохранилище [6].

Одна из причин – ухудшение качества воды в Волге является недостаточно эффективная очистка бытовых и производственных сточных вод, объем которых превысил 20 куб.км в год [6]. Это в 3,5 раза больше, чем в среднем по России. В водные объекты Республики поступает около 20% внесенного в почву азота и 5% фосфора. Ежегодно с 1 га полей в реки поступает около 1 кг пестицидов. Еще одна причина – в бассейне Волги хранится вне складских помещений, от 50 до 75% запасов удобрений и ядохимикатов. По оценкам экологов, в Волжском бассейне отмечается высокая степень загрязнения, одна из причин – значительный объем сточных вод, сбрасываемых в реку, что составляет 38% от общероссийского. Со стоками в реку попадает более 2,5 млн т загрязняющих веществ в год. Вызывает тревогу у экологов и общая экологическая ситуация: антропогенная нагрузка на водные ресурсы реки в 8 раз выше, чем в среднем по России [7].

В целях сохранения главной артерии Республики был принят федеральный проект «Оздоровление Волги», он реализуется в рамках государственных программ Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» [6].

Федеральный проект «Оздоровление Волги» в том числе предназначен для снижения объема загрязненных стоков, отводимых в Волгу. Данный проект позволит снизить объем стоков в 3 раза по сравнению с 2017 годом на 2,12 куб.км в год. В населенных пунктах Приволжского Федерального округа, благодаря финансированию природоохранных мероприятий, проводится модернизация городских очистных сооружений. Там, где это невозможно – появляются новые объекты городской инфраструктуры.

В фокусе нацпроекта «Экология» рассмотрен ещё один объект исследования – участок суши между Волгой и ее левым рукавом – рекой Ахтубой, который отличается уникальной флорой и фауной [6]. Благодаря этим

природоохранным мероприятиям также будет расчищено 175 км мелиоративных (сельскохозяйственных) каналов, а для дополнительного увеличения площади реки будет построен комплекс гидротехнических сооружений. На путях движения рыбы на участке в 281 км дно реки будет расчищено и углублено. Также восстановят 26,9 тыс. га водных объектов на Нижней Волге. Общая сумма финансирования за 6 лет реализации федерального проекта составит 190,68 млрд руб. [6].

В Татарстане республиканские реки загрязнены органическими соединениями, ХПК (химическое потребление кислорода), а также азот-нитритными соединениями, медью, марганцем, сульфат-ионами, фенолом. Только серьезные технические и организационные меры помогут снизить выбросы данных загрязнений в водоёмы Республики.

Национальный проект «Экология» предусматривает решение вопросов очистки водных объектов, и уже в конце этого года мы, возможно, увидим положительные результаты. В ходе проведения Федерального проекта «Оздоровление Волги» предусматривают множество мероприятий, которые будут проводиться для улучшения качества воды и сохранения уникальных водоёмов.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете студенты направления «Техносферная безопасность» изучают специальные дисциплины, такие как «промышленная экология, техника и технология переработки и утилизации отходов, инженерная защита компонентов окружающей среды и др.». Благодаря этому учащиеся получают навыки и знания для определения важнейших экологических проблем, что позволит им стать высококвалифицированными специалистами, которые способны решать глобальные экологические вопросы современности.

Правительством Республики Татарстан выделены средства на сокращение доли загрязненных сточных вод, отводимых в Волгу, а также на демонтаж бездействующих трубопроводов Озерного месторождения в

акватории Нижнекамского водохранилища и рекультивацию иловых полей биологических очистных сооружений города Казани [8].

Выводы

Таким образом, выполнен анализ состояния водных объектов в республике Татарстан, в результате вышеперечисленных природоохранных мероприятий к концу 2024 года объем отводимых в реку Волгу загрязненных сточных вод должен сократиться в три с лишним раза. Реконструкция оборудования очистки позволит повысить эффективность очистных сооружений в 13 раз [3].

Список использованной литературы

1. Сатдаров А.З. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы в законодательных системах России и мира // Вестник Удмуртского университета. – 2015. – Т. 25. – № 4. – С. 35–44.
2. Национальный проект «Экология» [Электронный ресурс]. – https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/federalnyy-proekt-ozdorovlenie-volgi/.
3. Тарнавский Е. [беседовала Н. Рыбакова]. – Текст: электронный // Челнинские известия. – 2019. – № 11 (15 февраля). – С. 4. – (События недели).
4. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Мамаков И.Д. Исследование процессов глубокой очистки сточных вод с применением скорых напорных фильтров // Известия КГАСУ. – 2021. – № 1(55). – С.103–112. – DOI: 10.52409/20731523_2022_1_103.
5. Постановление Правительства РФ от 10 января 2009 г. № 17 «Об утверждении Правил установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов» // Собрание законодательства РФ. – 2009. – № 3. – Ст. 415.
6. Бондарева Т.Е., Максимов И.М., Заболотских В.В., Васильев А.В. Перспективы очистки Куйбышевского водохранилища и альтернативного использования биомассы водорослей в качестве биотоплива / ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции); научный редактор А.В. Васильев. – 2013. – Т. 2. – С. 15–22.
7. Федеральное агентство «ТАСС» [Электронный ресурс]. – <https://tass.ru/ekonomika/19898453>.

8. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П. Разработка и использование различных биосорбентов на основе растительных и минеральных отходов и отработанного активного ила // Стратегическое планирование развития городов России. Памяти первого ректора ТГУ С.Ф. Жилкина. Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции; отв. ред. Д.В. Антипов. – 2013. – С. 36–46.

УДК 691.16

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ПУЛТРУЗИИ

Строганов Виктор Фёдорович, доктор хим. наук, профессор,

Шивырталов Александр Владимирович, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г.Казань, e-mail: qwe_1234_qwe@mail.ru*

Аннотация. *Рассматриваются экологические аспекты получения композитных изделий методом пултрузии.*

Ключевые слова: *полимерные изделия, создание, переработка, утилизация, технологический процесс, токсические вещества.*

ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGY FOR PRODUCING PRODUCTS USING PULTRUSION METHOD

Stroganov V.F., Shivirtalov A.V.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *The environmental aspects of producing composite products using the pultrusion method are considered.*

Keywords: *polymer products, creation, processing, disposal, technological process, toxic substances.*

Введение

Одним из наиболее ярких достижений научно-технического прогресса в развитии полимерного материаловедения является разработка и применение полимерных композиционных материалов (ПКМ), обладающими очевидными преимуществами перед традиционными материалами. К таким преимуществам относятся высокая удельная прочность и жесткость, высокая коррозионная стойкость, способность выдерживать длительные знакопеременные нагрузки. Важнейшей особенностью ПКМ является возможность создавать элементы конструкций в соответствии с требованиями, условий их эксплуатации [1].

Актуальной проблемой широкого применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) является утилизация их отходов. В настоящее время решение проблемы утилизации ПКМ – приоритетная материаловедческая задача, поскольку создание и внедрение новых материалов связано с образованием не разлагающихся в природе отходов. С учетом специфических свойств ПКМ, таких как стойкость к внешним воздействиям окружающей среды, проблема их утилизации содержит, прежде всего, экологический характер [2].

Производство изделий из пластмасс и полимерных материалов, а также обработка и переработка данных материалов включает в себя следующие технологические процессы, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух [3]:

- технологические процессы, при которых в атмосферу выделяются загрязняющие вещества, содержащие продукты деструкции материала (прессование, экструзия, литьё под давлением и т.п.);
- подготовительные операции (расстаривание, дробление) и механическая обработка материала на оборудовании, сопровождаемые выделением пыли обрабатываемого материала в атмосферу;
- точечная или линейная сварка пленок и профилей с выделением газообразных веществ в атмосферу.

Среди различных способов изготовления конструкций из композитов необходимо выделить пултрузию как один из самых эффективных методов для получения высокопрочных длинномерных композиционных изделий постоянного сечения [4].

Пултрузия (pultrusion) – непрерывный процесс изготовления длинномерных профильных изделий путем протягивания композиции матричного полимера с непрерывными волокнами через формообразующее и консолидирующее устройство (пултрузионную головку). В отличие от экструзии, где основным рабочим фактором воздействия служит давление, при пултрузии таковым является тянущее усилие [5].

Классический метод пултрузии предполагает использование армирующего элемента (как правило – стекловолокна) и полимерной матрицы (как правило – термореактивных смол). Термореактивные смолы, как известно, обладают высокой текучестью (низкой вязкостью), что и определило условия технологического процесса.

Одним из значимых преимуществ процесса пултрузии, использующей в качестве связующего полиэфирные, эпоксидные и винилэфирные смолы, является низкая стоимость получаемых изделий. Недостатком же является то, что получаемые «классическим» методом пултрузии изделия не подлежат вторичной переработке и тем самым наносят вред экологии окружающей среды планеты. Учитывая эти предпосылки, высокую степень актуальности получил метод пултрузии, ориентированный на применение термопластичных полимеров. Важными аргументами в пользу армированных термопластов являются экологическая чистота производства изделий и, в отличие от композитов на основе термореактивных смол, практически неограниченные возможности их рециклинга после выработки ресурса, применяемого изделия. Однако процесс нагревания при переработке термопласта сопровождается выделением токсичных веществ (уксусная кислота, оксид углерода, формальдегид, алканы и т.д.) и распространением специфического запаха,

обуславливает необходимость применения методов очистки для улавливания вредных, токсичных примесей.

Выводы

Наиболее рациональным путем решения проблемы утилизации ПКМ является их вторичная переработка, в результате которых возможны изготовления дополнительного количества полезных предметов и изделий для различных отраслей промышленности, что ведет к отсутствию повторного загрязнения окружающей среды. Вторичная переработка является не только экономически целесообразной, но и экологически предпочтительным решением проблемы утилизации композиционных материалов в условиях современного законодательства.

Список использованной литературы

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Полимерные композиционные материалы: получение, структура, свойства: учебное пособие. Ч. 1 / В.Ф. Строганов, М.О. Амельченко. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2022. – 87 с.
2. Елубай М.А., Несмеянова Р.М., Султангазинова С.А. О переработке отходов термопластичных полимеров // Наука и техника Казахстана. – 2020. – С. 38–45.
3. Петров А.В., Дориомедов М.С., Скрипачев С.Ю. Технологии утилизации композиционных материалов // Композитный Мир. – 2021. – <https://compositeworld.ru/articles/tech/id60570795937fe40013900a9c>.
4. Соколов Ю.И. Риски тотального пластикового загрязнения планеты // Проблемы анализа риска. – 2020. – Т. 17. – № 3. – С. 30–43. – <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-3-30-43>.
5. Паламарчук И.Н., Скачков С.В., Онуфриев М.О. Разработка положений расчета конструкций из растянутых элементов пултрузионных профилей // Жигульский Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону, 2020.
6. Вшивков С.А., Тюкова И.С., Русинова Е.В. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие; под общ. ред. С.А. Вшивкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 230 с.

**СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ – ОДНА ИЗ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИИ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Строганов Виктор Федорович, д-р хим. наук, профессор,

Мингазов Дамир Радикович, студент,

Строганов Иван Александрович, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: mindamir190203@mail.ru*

Аннотация. *Определена актуальность проблемы горючести полимерных строительных материалов. Рассмотрены основные характеристики процессов горения, схема горения полимерных материалов и механизмы снижения их горючести, а также области их применения.*

Ключевые слова: *актуальная экологическая проблема – горючесть материалов, полимерные материалы пониженной горючести, антипирены.*

**REDUCING THE FLAMMABILITY OF POLYMER MATERIALS AND
PRODUCTS BASED ON THEM IS ONE OF THE TASKS OF
ENVIRONMENTAL ECOLOGY**

Stroganov V. F., Mingazov D. R., Stroganov I. A.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *The relevance of the problem of flammability of polymer building materials is determined. The main characteristics of combustion processes, the nature of combustion of polymer materials and mechanisms for reducing their flammability, as well as their areas of application are considered.*

Keywords: *an actual environmental problem is the combustibility of materials, polymer materials of reduced flammability, flame retardants.*

Введение

Широко известна опасность природных и техногенных катастроф и пожаров [1]. Непрофессионализм, отсутствие производственной дисциплины, несоблюдение элементарной техники безопасности – это только некоторые причины техногенных происшествий и природных пожаров. Большое количество катастроф происходит из-за неисправности оборудования, приборов, несвоевременного проведения ремонтных работ, а главное из-за недостаточного обеспечения пожароустойчивости материалов и конструкций в условиях пожаров [2–3].

Полимерные материалы пониженной горючести содержат модификаторы – соединения, понижающие горючесть, которые замедляют распространение огня и снижают его интенсивность. Когда материал начинает нагреваться, антипирены реагируют, выделяя вещества (газы, воду и др.), которые препятствуют доступу кислорода к поверхности материала и понижают температурные характеристики пожара, что замедляет процесс горения. Некоторые полимеры образуют интумесцентный слой, который защищает материал от огня, образуя пеноподобную структуру, которая изолирует материал от тепла и кислорода. Это позволяет снизить скорость распространения огня и увеличить время устойчивости конструкций и время для эвакуации людей и тушения пожара [3].

Во многих странах приняты специальные ограничения на использование горючих полимерных материалов в гражданском и промышленном строительстве, в производстве и эксплуатации транспортных средств (самолеты, автомобили, автобусы, троллейбусы, трамваи, железнодорожные вагоны, суда), на электростанциях и в электрических сетях, в космической и кабельной промышленности. Так, что снижение воспламеняемости и горючести полимеров, создание пожаробезопасных материалов является актуальной проблемой для полимерного материаловедения. Эта задача усложняется еще одним актуальным требованием современности – экологической чистотой огнезащитных добавок – антипиренов [4].

Актуальность данной проблемы обусловлена и тем, что техногенные и природные пожары представляют большую опасность как для человека, так и для окружающей среды. Важную роль в обеспечении пожаробезопасности зданий и сооружений играют защитные покрытия пониженной горючести.

Целью исследования является анализ методов применения полимерных материалов пониженной горючести и изделий на их основе, а также способов разработки и улучшения свойств полимерных защитных покрытий.

1. Горение полимеров и материалы, понижающие их горючесть

Существенным фактором, сдерживающим внедрение широкого спектра полимерных материалов, является их пожарная опасность, обусловленная горючестью и сопутствующими процессами.

Горючесть – это комплексная характеристика материала или конструкций – определяет способность материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения. Она характеризуется следующими величинами – температурой воспламенения (T_v) или самовоспламенения (T_{cv}), скоростью выгорания и распространения пламени по поверхности, а также условий, при которых возможен процесс горения (состав атмосферы, кислородный индекс, температурный индекс) [5].

Горючесть обусловлена высоким содержанием углерода и водорода, из которого состоят макромолекулы полимеров. При нагревании макромолекулы легко распадаются (деструктируя) на низкомолекулярные насыщенные и ненасыщенные углеводороды, которые подвергаются экзотермическим реакциям окисления.

Воспламеняемость – это пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления. Для оценки пожарной опасности вещества определяют температуру воспламенения. Среди термопластов наиболее высокие показатели у ХПВХ – 482°C, а также у полипропилена – 325°C (рис. 1).

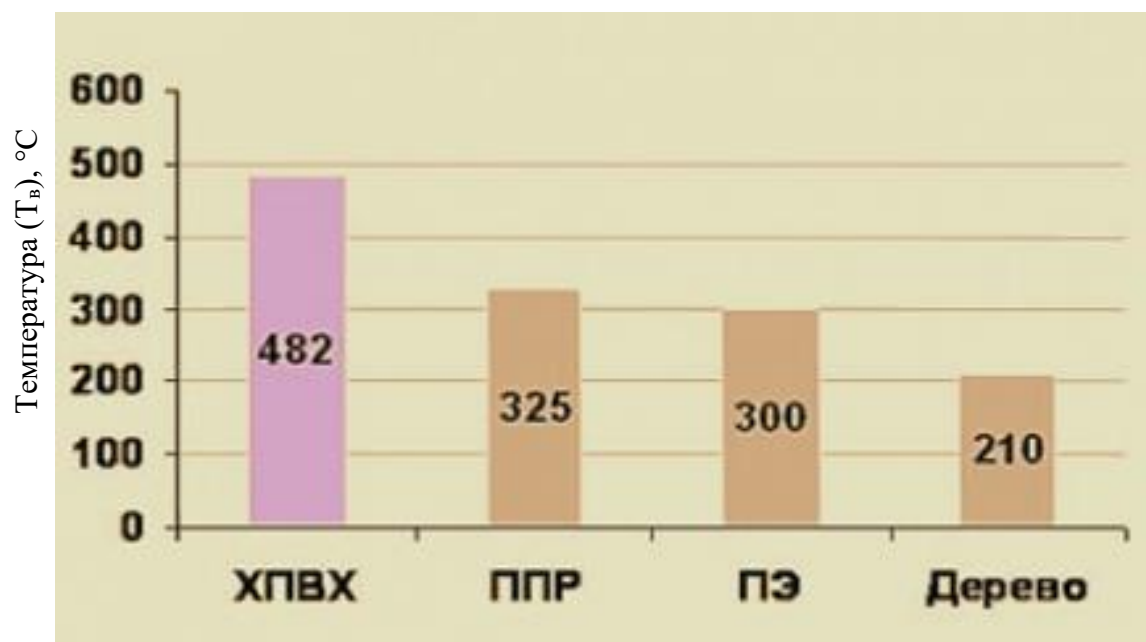


Рис. 1. Температура воспламенения различных материалов
(ХПВХ – хлорированный поливинилхлорид; ППР – полипропилен; ПЭ – полиэтилен)

Кислородный индекс (КИ) – это индекс, показывающий процентное содержание кислорода, необходимое для поддержания горения вещества. Содержание кислорода в атмосфере 21%, а кислородный индекс ХПВХ 60 – т.е. горение этого материала может происходить при дополнительной подаче 39% кислорода (рис. 2). Данный материал относят к «самозатухающим». Это выгодно отличает его от других термопластов, таких как полипропилен и полиэтилен, кислородный индекс которых 17 и поэтому их горение продолжается после воспламенения, большой опасностью в таких случаях служит образование горящих капель, которые служат дополнительным источником возгорания. В случае материалов на основе ХПВХ – материал не плавится и горячие капли не образуются [5].

Процесс горения полимерных материалов достаточно сложен и многостадийен (рис. 3).

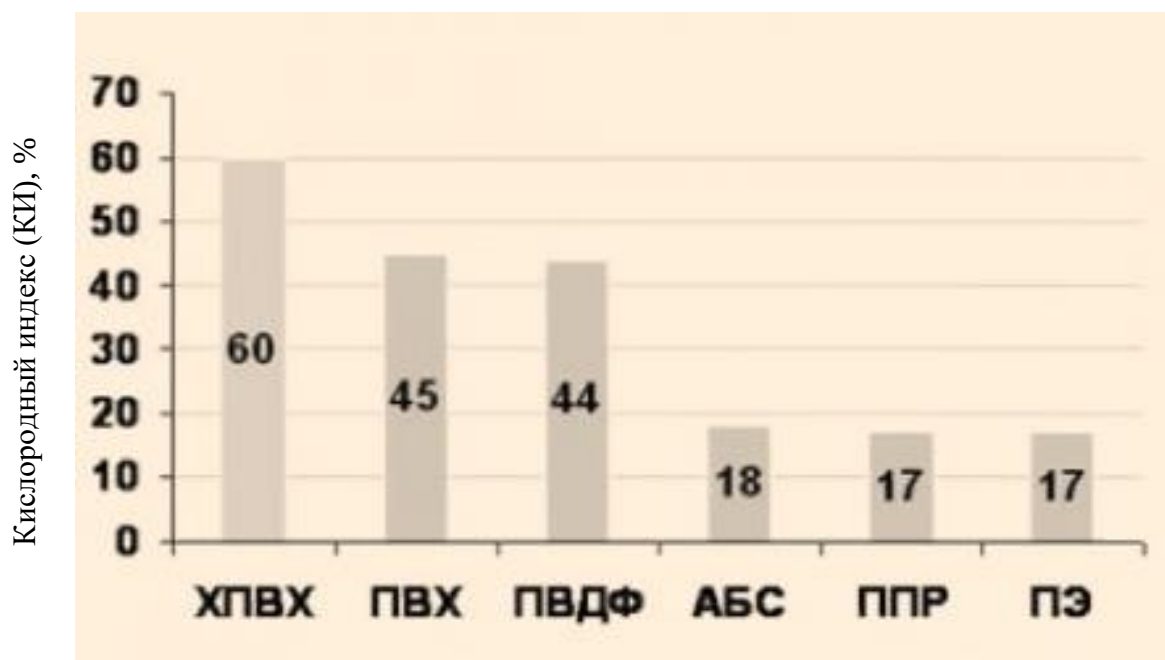


Рис. 2. Кислородный индекс термопластичных полимерных материалов (ПВХ – поливинилхлорид; ПВДФ – поливинилиденфторид; АБС – пластик)

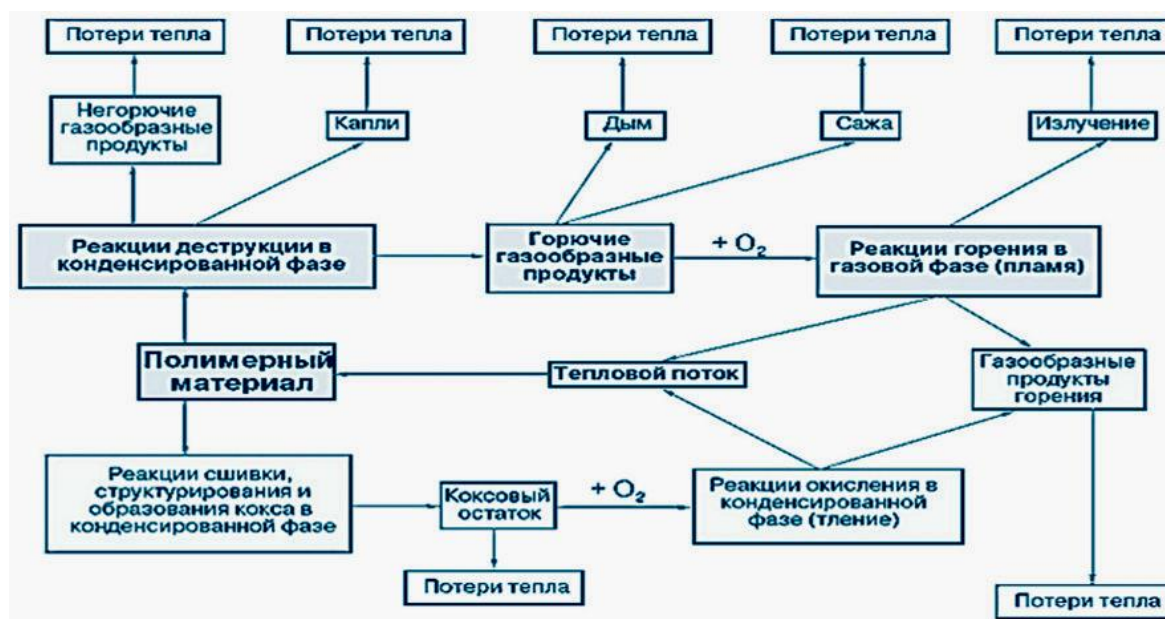


Рис. 3. Схема горения полимерных материалов [6]

Токсичность веществ, образующихся при сгорании, является одним из сопутствующих нежелательных факторов для безопасности человека. Она тем меньше, чем меньше процент дыма и основных продуктов сгорания – СО и СО₂.

Сопутствующие процессы горения:

- выделение дыма при горении и воздействии пламени;
- токсичность продуктов горения и пиролиза – разложение вещества под действием высоких температур;
- огнестойкость материала или изделия – способность сохранять физико-механические характеристики (прочность, жесткость) и функциональные свойства при воздействии пламени.

В связи изложенным, снижение горючести полимерных материалов является весьма актуальной задачей: оптимизация комплекса характеристик создаваемого материала.

Следует отметить, что природа большинства полимерных материалов такова, что их невозможно сделать полностью пожаробезопасными. Однако то, что необходимо сделать – это понизить их способность к возгоранию и поддержанию горения. Для этой цели применяются различные добавки, затрудняющие воспламенение и снижающие скорость распространения пламени – *антипирены* [4].

Действие антипиренов основано на изоляции одного из источников пламени – тепла, горючего или кислорода. Для защиты изделий из пластмасс обычно используются комбинации антипиренов разного типа действия, обладающие синергическим эффектом. Опыт показывает, что самое опасное при пожаре – это выделение густого дыма и токсичных продуктов горения, поэтому разработки в области антипиренов направлены именно на предотвращение этих факторов: образования дыма и выделения токсичных газов.

Антипирены делятся на 3 большие группы:

Добавки первого типа применяются, в основном, для реактопластов (эпоксидных, ненасыщенных полиэфирных и т.п. смол). Для полиэфирных смол используется, в основном, дибромнеопентил гликоль (DBNPG), а для эпоксидных лучшей системой признаны органические соединения фосфора. Эти соединения встраиваются в химическую сетку реактопластов и не ухудшают физико-механических свойств изделий [6–7].

Добавки второго типа приостанавливают горение полимера на ранней стадии, т.е. на стадии его термического распада, сопровождающегося выделением горючих газообразных продуктов.

Интумесцентный процесс заключается в комбинации образования кокса и вспенивания поверхности горящего полимера. Образующийся вспененный ячеистый коксовый слой, плотность которого уменьшается с ростом температуры, предохраняет горящий материал от воздействия теплового потока или пламени.

Добавки третьего типа более применимы для термопластов, реактопластов и эластомеров. Существует несколько типов таких добавок, из которых наиболее распространены три:

- галогенсодержащие;
- фосфорсодержащие;
- гидроксиды металлов.

Эффективность галогенсодержащих антипиренов возрастает в ряду F-Cl-Br-I. Чаще всего в качестве антипиренов применяются хлор- и бромсодержащие соединения, так как они обеспечивают наилучшее соотношение цена/качество.

Антипирены, содержащие бром, намного более эффективны, чем хлорсодержащие, так как продукты их горения менее летучи. Кроме того, хлорсодержащие антипирены выделяют хлор в широком интервале температур, поэтому содержание его в газовой фазе низкое, а бромсодержащие антипирены разлагаются в узком интервале температур, обеспечивая, таким образом, оптимальную концентрацию брома в газовой фазе. Антипирены с соединениями брома легко подвергаются вторичной переработке вследствие высокого уровня термостойкости.

Хлорсодержащие антипирены: содержат большое количество хлора и действуют в газовой фазе. Чаще всего используются в комбинации с оксидами сурьмы в качестве синергетика. Они относительно дешевы, не разлагаются под действием света, но для достижения желаемого класса пожаробезопасности

требуется большой процент ввода в полимер. Они менее термостабильны, по сравнению с бромсодержащими антипиренами, но склонны вызывать сильную коррозию оборудования.

Фосфорсодержащие антипирены. Фосфорсодержащие соединения могут быть органическими и неорганическими. Они активны в газовой или конденсированной фазе, а иногда и в обеих.

Номенклатура фосфорсодержащих соединений довольно широка, и для начала можно разделить их на 2 группы – галогенсодержащие и не содержащие галогенов [8–9].

Достоинство соединений, содержащих галоген и фосфор, заключается в том, что они, во-первых, отщепляя при разложении галоген, радикалы, дезактивируют по обычному для галогенов механизму активные радикалы H^* и OH^* и, во-вторых, способствуют образованию карбонизированных структур (сажи, золы).

Синергические смеси. Большая часть галогенсодержащих антипиренов применяется в виде синергических смесей с оксидами сурьмы. Сам по себе оксид сурьмы не задерживает горения, так как плавится при температурах выше температур воспламенения большинства пластмасс. Однако в смеси с галогенсодержащими соединениями оксид сурьмы образует галогениды и оксигалогениды сурьмы, которые при температуре воспламенения находятся в газообразном состоянии и разбавляют горючие газы. Кроме того, галогениды и оксигалогениды действуют как поглотители радикалов OH^* аналогично действию HCl и HBr . Оксиды сурьмы часто используются для повышения огнестойкости ПВХ, из-за синергического эффекта с хлором, содержащимся в исходном полимере [10]. Не рекомендуется использовать оксиды сурьмы в прозрачных и полупрозрачных изделиях. В этом случае, и для производства изделий с улучшенными электроизоляционными свойствами в качестве синергиста может использоваться оксид железа. Комплексные исследования показали, что оксид сурьмы не является канцерогенным соединением [11].

2. Применение полимерных материалов пониженной горючести при пожарах

Полимерные материалы с пониженной горючестью достаточно широко применяются в различных отраслях промышленности, так как они способны понижать скорость распространения пламени, выделение дыма и токсичных газов, что определяет их большую безопасность для людей и имущества во время пожара [12]. Вот несколько областей их применения.

Строительство. Полимерные материалы с пониженной горючестью широко используются в строительстве для создания огнестойких и безопасных конструкций, используются в составе изоляционных и облицовочных материалов, кабельных систем, панелей для стен и потолков и других элементов зданий и сооружений.

Транспорт. В авиации, автомобилестроении и железнодорожном транспорте полимерные материалы с пониженной горючестью используются для создания легких, прочных и огнестойких конструкций. Они могут применяться в кабельных системах, обивке салона, конструкциях сидений и других деталях транспортных средств.

Электроника. Полимерные материалы с пониженной горючестью применяются в производстве электронных устройств и компонентов для снижения риска пожара и повышения безопасности. Они используются в корпусах устройств, изоляционных материалах, печатных платах и других компонентах.

Мебель. В мебельной промышленности полимерные материалы с пониженной горючестью используются для создания безопасной и огнестойкой мебели. Они могут быть применены в обивке, наполнителях, скрытых конструкциях и других элементах мебели.

Бытовые товары. Полимерные материалы с пониженной горючестью могут использоваться в производстве бытовых товаров, таких как текстиль, упаковка, посуда и игрушки, чтобы сделать их более безопасными в случае пожара [13].

Применение полимерных материалов с пониженной горючестью позволяет существенно снизить риск возгорания, уменьшить потенциальный ущерб и повысить безопасность людей и имущества при пожарах.

Выводы

Таким образом, разработка и использование полимеров пониженной горючести является весьма актуальной проблемой строительного материаловедения. Это обусловлено не только усилением требований к безопасности и экологичности материалов, но и возможностью увеличения спектра их применения в различных областях: строительство, автомобилестроение, электроника и пр.

Полимеры пониженной горючести обладают способностью замедлять распространение огня и снижать его интенсивность, что делает их предпочтительными в условиях, где важна безопасность и минимизация риска возгорания. Такие материалы более устойчивы к высоким температурам и меньше подвержены горению.

В доказательство актуальности проблемы, важно упомянуть, что производство и потребление материалов с каждым годом становится все более значимым, а полимеры пониженной горючести за счет своей более низкой токсичности при сгорании и меньшего вклада в образование вредных выбросов, обеспечивают экологичность окружающей среды.

Развитие исследований по изучению и применению полимеров с повышенными характеристиками пониженной горючести является важным направлением в строительном материаловедении, что обеспечивает выполнение требований безопасности, устойчивости и экологичности.

Список использованной литературы

1. Мингазов Д.Р., Строганов В.Ф., Строганов И.А. Техногенные и природные пожары – актуальные экологические проблемы XXI века // Наследие В.И. Вернадского. – 2023. – С. 81–94.
2. Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность. – М.: ДиС, 2017. – 144 с.

3. Богданов М.И., Архипов Г.Ф., Мясенков Е.И. Справочник по пожарной технике и тактике: учебное пособие. – СПб., 2020. – 120 с.
4. Ломакин С.М., Заиков Г.Е. Замедлители горения для полимеров // Вестник Казанского технологического университета. – 2019. – № 15. – С. 75–89.
5. Аскадский А.А. Введение в физикохимию полимеров. – М.: Научный мир, 2023. – 996 с.
6. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 2015. – 280 с.
7. Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. – М.: Химия, 2016. – 247 с.
8. Каблов В.Ф., Новопольцева О.М. Основные способы и механизмы повышения огнестойкости материалов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2016. – № 4(183). – С. 46–60.
9. Зарипов И.И., Вихарева И.Н., Буйлова Е.А. Добавки для понижения горючести полимеров // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2022. – № 2. – С. 156–161.
10. Строганов В.Ф., Амельченко М.О., Вдовин Е.А., Строганов И.В. Эпоксисилиновые полимеры пониженной горючести // Клеи. Герметики. Технологии. – 2023. – № 10. – С. 2–8.
11. Строганов И.В., Хайруллин Р.З., Строганов В.Ф. Эпоксигидридные и эпоксисилиновые композиции пониженной горючести // Клеи. Герметики. Технологии. – 2023. – № 4. – С. 22–25.
12. Бураков Б.А. Современные тенденции в разработке антипиренов для полимерных композиций. Состав, свойства, применение // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2020. – № 12(247). – С. 7–24.
13. Середина М.А. Снижение пожарной опасности полимерных материалов различной химической природы // Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности: сб. тезис. докл. / Третий Международный Косыгинский форум. – М., 2021. – С.150–154.

*Раздел 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО,
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И «ЗЕЛЕНАЯ» АРХИТЕКТУРА ЖИЛОЙ ЗОНЫ*

УДК 69.001.5

ЗЕЛЁНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ

Шарафутдинова Анастасия Валерьевна, канд. техн. наук, доцент,

Денисова Екатерина Сергеевна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: shar.fik@yandex.ru*

Аннотация. *Рассматриваются примеры развития технологий «зелёного» строительства в России с целью выявления основных тенденций, проблем и перспектив развития данной отрасли.*

Ключевые слова: *зелёное строительство, зелёные технологии, зелёные стандарты, энергоэффективность, энергосбережение, экоздание.*

GREEN CONSTRUCTION IN RUSSIA

Sharafutdinova A.V., Denisova E.S.

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Annotation. *Examines the methodology and results of a study on «green» construction in Russia in order to identify the main trends, problems and prospects for the development of this industry.*

Keywords: *green construction, green technologies, green standards, energy efficiency, energy saving, eco-creation.*

Введение

Одним из направлений устойчивого развития страны является рациональное и бережное отношение к окружающей среде и ресурсам. В этом контексте «зелёное» строительство приобретает все большее значение как инновационный подход к проектированию и строительству зданий и инфраструктуры с учетом экологических аспектов. В России, как и во многих других странах, вопросы устойчивого строительства становятся приоритетными из-за необходимости снижения негативного воздействия на окружающую среду и сохранения природных ресурсов.

«Зелёное» строительство в России обладает большим потенциалом для развития, учитывая огромные территории страны и разнообразие климатических условий. Применение принципов «зелёного» строительства позволяет снизить энергопотребление зданий, повысить комфорт жилых и офисных помещений, а также улучшить качество окружающей среды. В этой связи изучение текущего состояния «зелёного» строительства в России, анализ его преимуществ и проблем является актуальной задачей, способной обеспечить значительный вклад в развитие экологически устойчивого строительства в стране.

«Зелёное» строительство — это система концепций и методов строительства, направленная на применение технологий и стандартов, минимально вредящих окружающей среде [1].

Главной целью «зелёного» строительства является повышение качества строительства и комфорта внутренней среды. Эта цель достигается путём внедрения «зелёных» технологий. «Зелёные» технологии в строительстве являются неотъемлемой частью концепции устойчивого развития, которая направлена на уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, повышение энергоэффективности и экономической эффективности зданий [2; 3].

Это достигается за счёт:

- рационального использования энергетических и водных ресурсов;
- использования экологически безопасных строительных материалов;
- сокращения отходов, вредных выбросов и других воздействий на окружающую среду;
- снижение ущерба окружающей среде от транспортировки материалов, путём использования материалов местного происхождения;
- использования возобновляемых источников энергии (солнечная энергия, ветроэнергетика, геотермальная энергетика);
- использования материалов с повышенными показателями энергоэффективности и энергосбережения.

Для регулирования «зелёного» строительства существует множество «зелёных» стандартов. Основными являются «Leadership in Energy and Environment Design (LEED)» (США), «Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)» (Великобритания), «DGNB» (Германия). На основе этих зарубежных моделей разработан Российский стандарт ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые»», утверждённый 9 сентября 2022 года Росстандартом [6].

Этот стандарт стал первым примером распространения и применения «зелёных» технологий при строительстве зданий и сооружений в России [4].

На основе разработанных стандартов в Российской Федерации построены такие здания, как Завод SKF в Твери, Бизнес-центр Ducat Place III и Бизнес-центр «Японский дом» в Москве, Активный дом и FREEDOM в Московской области, 12 олимпийских объектов разного типа. В этих зданиях уже успешно использованы «зеленые» технологии (табл. 1) [5].

«Зеленые» технологии существующих зданий на территории Российской Федерации

Объекты	Внедренные «зеленые» технологии	Описание технологий
Активный дом (Московская область)	Энергосберегающие технологии	На окнах содержатся солнцезащитные элементы, позволяющие окнам открываться и увеличивать свет и обогрев помещения или закрываться, предотвращая перегрев в знойные дни; система тепла построена на принципах рекуперации
	Автоматизированная система управления инженерными сетями	Здание оснащено погодной станцией, которая отслеживает температурные и влажностные показатели снаружи и позволяет определить, каким окнам открываться в любой части здания
	Альтернативная энергетика	Частичное обеспечение нагрева воды специальным коллектором; в систему отопления встроен специальный тепловой насос
	Естественный свет	Среднее КЕО здания составляет 8,5%, что во много раз превышает нормативный 0,5%
Бизнес-центр «Японский дом» (Москва)	Вторичное использование воды	Оборотное использование технической воды
	Энергосберегающие технологии	Датчики движения на парковке; эффективная теплоизоляция; установлены счетчики учета воды и энергии
	«Зеленая» политика управляющей компании	Компания ежегодно проводит анализ технологий по водо- и энергосбережению, ставит четкие цели по сокращению затрат ресурсов и отходов на свалке
	Обустройство территории вокруг здания	На территории здания устроен уютный внутренний двор, на крыше располагается теплица для выращивания фруктов и овощей

Выводы

«Зелёные» технологии только начинают входить в нашу жизнь, они пока не столь совершенны по сравнению с некоторыми странами, но постепенно приобретают актуальность.

Развитие «зелёного» строительства в нашей стране сталкивается с такими проблемами, как:

– высокая стоимость «зеленых» технологий и материалов. Внедрение экологических решений может потребовать дополнительных инвестиций, которые не всегда оправдываются с экономической точки зрения. Однако эксплуатация «зеленых» зданий гораздо дешевле обычных: идет значительная экономия энергии и воды. Исходя из этого, экоздания оказываются экономичнее обычных зданий;

– недостаток квалифицированных специалистов в области «зеленого» строительства. Для успешной реализации проектов требуется наличие специалистов, которые обладают знаниями и опытом в области экологического проектирования и строительства. Именно таких специалистов готовит наш Казанский государственный архитектурно-строительный университет.

В целом, «зеленое» строительство в России имеет большой потенциал для развития. Эти технологии способствуют сохранению качества окружающей среды и создают новые возможности для экономического развития общества. Правительство, бизнес и общество должны более активно сотрудничать и поддерживать развитие «зеленого» строительства для обеспечения будущего нашей страны.

Список использованной литературы

1. Строганов В.Ф., Гимранов Р.Ю. «Зелёное» строительство – один из аспектов устойчивого развития страны // Известия КГАСУ. – 2010. – № 2(14). – С. 2–3.
2. Кошкина С.Ю., Корчагина О.А., Воронкова Е.С. «Зелёное» строительство как главный фактор повышения качества окружающей среды и здоровья человека // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 150–158.
3. Незов А.Д. «Зелёные» технологии в строительстве / А.Д. Незов, Т.А. Никитина. – Текст: непосредственный // Исследования молодых ученых: материалы LXII Междунар. науч. конф. (г. Казань, июнь 2023 г.). – Казань: Молодой ученый, 2023. – С. 14–18. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/494/18069/> (дата обращения: 03.04.2024).
4. ЦБ РФ Акционерное общество «ДОМ.РФ». – URL: <https://дом.рф/media/news/v-rossii-utverzhdenn-zelenii-standart-dlya-mnogokvartirnogo-zhilya/> (дата обращения: 03.04.2024).
5. Первые в России «зеленые» здания // Практика торговли. – 2011. – № 1–2 (13–14). – URL: <http://www.retailmagazine.ru/article.php> (дата обращения: 03.04.2024).

6. Экологический стандарт ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые»» // Росстандарт, 2022. URL: https://profescrow.ru/wp-content/uploads/2022/10/gost_r_70346-2022.pdf (дата обращения: 03.04.2024).

УДК 614.841

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Хамитова Альбина Айнуровна, студент,

Габдрахманова Гульнара Наилевна, канд. хим. наук, ст. преп.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, email:*

g.n.gabdrakhmanova@mail.ru

***Аннотация.** Вопросы повышения пожаробезопасности и оснащения современными системами пожаротушения с каждым годом становятся все более актуальными. Проведен анализ основных факторов, способствующих возникновению пожаров в малоэтажных многоквартирных домах. Расчет риска в многоквартирном жилом доме позволяет лучше понять угрозы, связанные с пожарами, и разработать эффективные меры по их предотвращению и тушению.*

***Ключевые слова:** пожаробезопасность, риск, многоквартирный дом.*

CALCULATION AND DESIGN OF FIRE SAFETY SYSTEMS FOR LOW-RISE APARTMENT BUILDINGS

Khamitova A.A., Gabdrakhmanova G.N.

*Kazan National Research Technical University named after. A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

***Annotation.** The issues of increasing fire safety and equipping with modern fire extinguishing systems are becoming more and more relevant every year. An*

analysis of the main factors contributing to the occurrence of fires in low-rise apartment buildings was carried out. Calculating the risk in an apartment building allows you to better understand the threats associated with fires and develop effective measures to prevent and extinguish them.

Keywords: *fire safety, risk, apartment building.*

Введение

Все здания и сооружения представляют собой объекты, которые имеют ту или иную степень пожарной опасности. Объекты в подавляющем большинстве содержат горючие вещества в количествах достаточных для нанесения ущерба, окислитель (кислород воздуха) и возможные источники зажигания, т.е. совокупность условий, способствующих возникновению пожара и определяющих его возможные масштабы и последствия.

Многоквартирные дома – это объекты повышенного риска, поскольку возникший в одном из его помещений пожар способен в кратчайшее время перекинуться на другие квартиры и этажи. Большинство отделочных материалов, используемых жильцами и управляющей компанией для ремонта, весьма пожароопасны, к тому же при горении они выделяют токсичные соединения, что еще больше осложняет ситуацию. Поэтому, чтобы уменьшить риски возгорания, в многоквартирном доме еще на этапе его проектирования должны быть предусмотрены инженерные системы пожарной защиты.

Малоэтажные многоквартирные дома являются распространенным типом жилых зданий, которые встречаются во многих городах и поселках. Однако, несмотря на свою популярность, такие дома могут представлять определенную пожарную опасность (табл. 1).

Таблица 1

Пожарная опасность малоэтажных многоквартирных домов

Основные факторы, способствующие возникновению пожаров	Характеристика	Рекомендации по предотвращению
Электрические системы	Старые или несоответствующие электрические системы могут стать источником пожара. Перегрузка электрических цепей, поврежденные провода или неисправные электроприборы могут вызвать короткое замыкание и возгорание	Регулярная проверка и обслуживание электрических систем: Жильцам следует регулярно проверять состояние электрических систем и обращаться к специалистам для их обслуживания и ремонта. Также рекомендуется использовать электроприборы, сертифицированные и соответствующие безопасным стандартам
Нарушение правил пожарной безопасности	Недостаточное знание и соблюдение правил пожарной безопасности со стороны жильцов может привести к возникновению пожара. Например, неправильное использование электроприборов, курение в запрещенных местах или хранение горючих материалов в неподходящих условиях	Обучение жильцов правилам пожарной безопасности: важно проводить обучение жильцов малоэтажных многоквартирных домов правилам пожарной безопасности, включая правильное использование электроприборов, запрет курения в запрещенных местах и правила хранения горючих материалов
Отсутствие автоматической пожарной сигнализации и систем пожаротушения	Малоэтажные многоквартирные дома могут не иметь установленных автоматических систем пожарной сигнализации и пожаротушения, что затрудняет обнаружение и тушение пожара в ранней стадии	Установка автоматической пожарной сигнализации и систем пожаротушения: рекомендуется установить автоматическую пожарную сигнализацию и системы пожаротушения в малоэтажных многоквартирных домах, чтобы обеспечить быстрое обнаружение и тушение пожара
Ограниченная доступность к аварийным выходам	В многоквартирных домах может быть ограничен доступ к аварийным выходам и путям эвакуации, особенно если они заблокированы или занижены	Следить за состоянием эвакуационных путей. Не захламлять, не размещать на путях эвакуации стеллажей, иметь возможность к быстрому открыванию запертых дверей в случае запертия дверей на путях эвакуации
Неправильное использование и хранение веществ	Жители многоквартирных домов могут неправильно использовать или хранить вещества, которые могут стать источником пожара, такие как газовые баллоны, легковоспламеняющиеся материалы	Сохранять бдительность, вовремя оповещать соответствующие службы

Для предотвращения данных опасностей необходимо проводить регулярные технические осмотры и обслуживание инженерных систем, соблюдать правила работы с электрооборудованием и газовыми приборами, а также принимать меры по охране окружающей среды, такие как улучшение системы водоотведения, контроль над промышленными выбросами и обеспечение благоприятной микроклиматической ситуации.

Согласно данным [1–3] из ежегодного статического анализа оперативно-служебной деятельности государственного казенного учреждения Республики Татарстан «Пожарная охрана Республики Татарстан» число пожаров и погибших при них людей в последние годы неуклонно снижается. При наличии позитива в части статистических данных, к сожалению, все цифры еще достаточно велики (табл. 2).

Таблица 2

Статистические данные о пожарах в Республике Татарстан

	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Количество пожаров, ед.	4992	5336	5995
Прямой материальный ущерб, руб.	184 839 658	239 506 489	482 805 125
Погибло при пожарах, чел.	126	154	163
Получили травмы при пожарах, чел.	187	213	225

Расчет пожарного риска в многоквартирном жилом доме

Сведения об объекте:

- объект – малоэтажный многоквартирный дом;
- жилое здание имеет 3 этажа выше уровня земли без подземных этажей;
- высота здания не более 10,00 м;
- этаж представляет собой прямоугольник, размерами в плане (12 х 6 м);
- на каждом этаже расположено 8 квартир;
- время функционирования объекта защиты 24 часа;
- в здании предусматривается одна лестничная клетка без естественного освещения;

- объект по составу входящих в него помещений, согласно Техническому регламенту, относится к классам функциональной пожарной опасности: Ф1.3 (здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в том числе многоквартирные жилые дома, в том числе общежития квартирного типа);

- объект защиты оборудован системами: автоматической пожарной сигнализации и системой противодымной защиты.

Расчёт выполнялся согласно методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденный МЧС РФ от 30 июня 2009 года № 382.

1. Величина индивидуального пожарного риска рассчитывается по формуле (1):

$$Q_v = Q_p * (1 - (P_{\text{э}} + (1 - P_{\text{э}}) * R_{\text{сп}})). \quad (1)$$

2. Вероятность эвакуации людей рассчитываем согласно формуле (2):

$$P_{\text{э}} = ((N_{\text{сум}} - N_{\text{неэв}}) / N_{\text{сум}}) * 0,999. \quad (2)$$

3. Вероятность спасения людей рассчитываем по формуле (3):

$$R_{\text{сп}} = 1 - (1 - K_{\text{пз}}) * (1 - K_{\text{фпс}}) * (1 - K_{\text{ф}}) * (1 - K_{\text{эв}}). \quad (3)$$

4. Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, рассчитываем по формуле (4):

$$K_{\text{пз}} = 1 - (1 - K_{\text{обн}} * K_{\text{соуэ}}) * (1 - K_{\text{обн}} * K_{\text{пдз}}). \quad (4)$$

Величина пожарного риска для рассматриваемого жилого многоквартирного дома составляет 0,0003. Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта защиты, и ее последствий для людей и материальных ценностей.

С ростом энергообеспечения современных зданий и сооружений увеличиваются риски возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций. Вопросы повышения пожаробезопасности и оснащения современными системами пожаротушения с каждым годом становятся все более актуальными. С точки зрения огнезащиты несущих конструкций, т.е. увеличения предела огнестойкости и с точки зрения совершенствования систем, предотвращения аварийных ситуаций, т.е. автоматической пожарной сигнализации. Для совершенствования противопожарных мероприятий необходимы профилактические организационно-технические мероприятия проводить регулярно.

Выводы

Таким образом, изучение пожарной безопасности многоквартирных домов позволяет лучше понять риски и угрозы, связанные с пожарами, а также разработать эффективные меры по их предотвращению и тушению. Применение правильных нормативных требований, регулярное обслуживание систем пожарной безопасности и проведение обучения жителей обеспечивает возможность создания безопасной среды проживания в многоквартирных домах. Вполне обоснованные и организованные меры в данной области значительно снизят риски возникновения пожаров и обеспечат условия более безопасной жизни жителей многоквартирных домов.

Список использованной литературы

1. Распоряжение ГКУ РТ «ПО РТ» от 25.01.2021 № 5-р. Анализ оперативно-служебной деятельности государственного казенного учреждения Республики Татарстан «Пожарная охрана Республики Татарстан» по итогам 2020 года.
2. Распоряжение ГКУ РТ «ПО РТ» от 25.01.2022 № 4-р. Анализ оперативно-служебной деятельности государственного казенного учреждения Республики Татарстан «Пожарная охрана Республики Татарстан» по итогам 2021 года.
3. Распоряжение ГКУ РТ «ПО РТ» от 25.01.2023 № 2-р. Анализ оперативно-служебной деятельности государственного казенного учреждения Республики Татарстан «Пожарная охрана Республики Татарстан» по итогам 2022 года.

*Раздел 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ*

УДК 62-1/9

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Ащеулова Мария Сергеевна, студент,

Мальцева Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail:*

smaltseva16@yandex.ru

Аннотация. Показано, что обследуемое химическое производство относится к объектам I категории. Предложена технологическая схема биохимической очистки сточных вод фенолформальдегидного производства, включающая вибрационное воздействие на отработанный активный ил и его одновременное фильтрование. Показано, что вибрация способствует уплотнению осадка и интенсификации процесса фильтрования.

Ключевые слова: сточные воды, биохимическая очистка, уплотнение и фильтрование осадков.

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL SCHEME FOR BIOCHEMICAL
WASTEWATER TREATMENT FROM PHENOL**

Ascheulova M.S., Maltseva S.A.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

Annotation. It is shown that the surveyed chemical production belongs to category I facilities. A technological scheme for the biochemical treatment of

wastewater from phenol-formaldehyde production is proposed, which includes vibration effects on waste activated sludge and its simultaneous filtration. It has been shown that vibration promotes compaction of sediment and intensification of the filtration process.

Keywords: *wastewater, biochemical purification, compaction and filtration of sediments.*

Введение

Известно, что для удаления органических веществ из сточных вод химических предприятий часто применяется биохимическая очистка. Преимущество биологической очистки среди прочих методов заключается в обеспечении очистки сточных вод (СВ) до показателей, позволяющих использовать их в оборотных системах охлаждения, снижении эксплуатационных расходов и уменьшении ущерба гидросфере.

Производство фенолформальдегидной смолы является химическим производством. Согласно Постановлению Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 (ред. От 07.10.2021) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» фенолформальдегидное производство относится к объектам I категории [1].

Сточные воды содержат фенол в концентрациях 2,5–5,0 г/л, формальдегид (1,5–4,0 г/л), метиловый спирт (2,0–7,0 г/л), смолу (0,1–2,3 г/л), ее составляют реакционная вода, вода со стадии отделения надсмольной воды от смолы и сушки (конденсаты), а также от мойки аппаратуры и полов.

В сточные воды поступает реакционная вода, вводимая в процесс с формальдегидом, едким натром или другими катализаторами, вода со стадии отделения надсмольной воды от смолы и сушки (конденсаты), а также от мойки аппаратуры и полов. Кроме того, образуется значительное количество воды, не требующее специальной очистки (от охлаждения аппаратуры) [2; 3].

В основе биологической очистки фенолсодержащих стоков является его способность гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве источников питания разнообразные органические соединения, подвергая последние биохимическим превращениям. При вступлении в контакт с органическими веществами микроорганизмы частично их разрушают, превращая в воду, диоксид углерода, нитрит- и сульфат-ионы и т.п. Этот процесс называется биохимическим окислением. Другая часть вещества идет на образование биомассы. Окисление органических веществ происходит избирательно, поэтому некоторые соединения разрушаются легко, другие – медленно или совсем не окисляются [4].

В процессе биологической очистки сточных вод производства фенолформальдегидной смолы образуется осадок избыточного активного ила со вторичных отстойников. Ввиду содержания большого количества органических веществ осадки способны быстро загнить. Также они заражены бактериями, в частности яйцами гельминтов, что может привести к распространению инфекций. По результатам определения токсичности иловых осадков с использованием тест-объектов *Daphnia magna* иловые осадки способны оказывать острое токсическое действие и относятся к 4 классу опасности [5].

Осадки первичных отстойников, избыточный активный ил предложено уплотнять, обезвоживать для снижения их объема, обеззараживания, устранения запаха и подготовить к утилизации с получением гранулята [6].

Для обработки осадков биологических очистных сооружений выбран метод механического обезвоживания путем вибрационного воздействия и одновременной фильтрации. Данный метод обработки осадков позволяет реализовать две стадии: сгущение (уплотнение) и обезвоживание осадков. Это позволит отказаться от использования иловых полей, занимающих большие территории и требующих длительного времени обезвоживания осадков активного ила. Наибольшая эффективность вибрационного фильтрования достигнута при предварительном кондиционировании или реагентной

обработки смеси избыточного активного ила. В этой связи, предложено добавление во вторичный отстойник в качестве химического реагента коагулянта для разрушения гидратной оболочки осадка биологических очистных сооружений. Согласно исследованиям [7], наилучшим коагулянтом является сульфат железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), он способен осветлить содержащуюся в осадке воду на 14,5%.

Разработана технологическая схема биохимической очистки сточных вод химического предприятия. Она включает в себя процессы: первичного отстаивания, аэробного окисления в аэротенке, вторичного отстаивания и обеззараживания в контактном резервуаре, после чего очищенная вода поступает на технологические нужды (рис. 1).

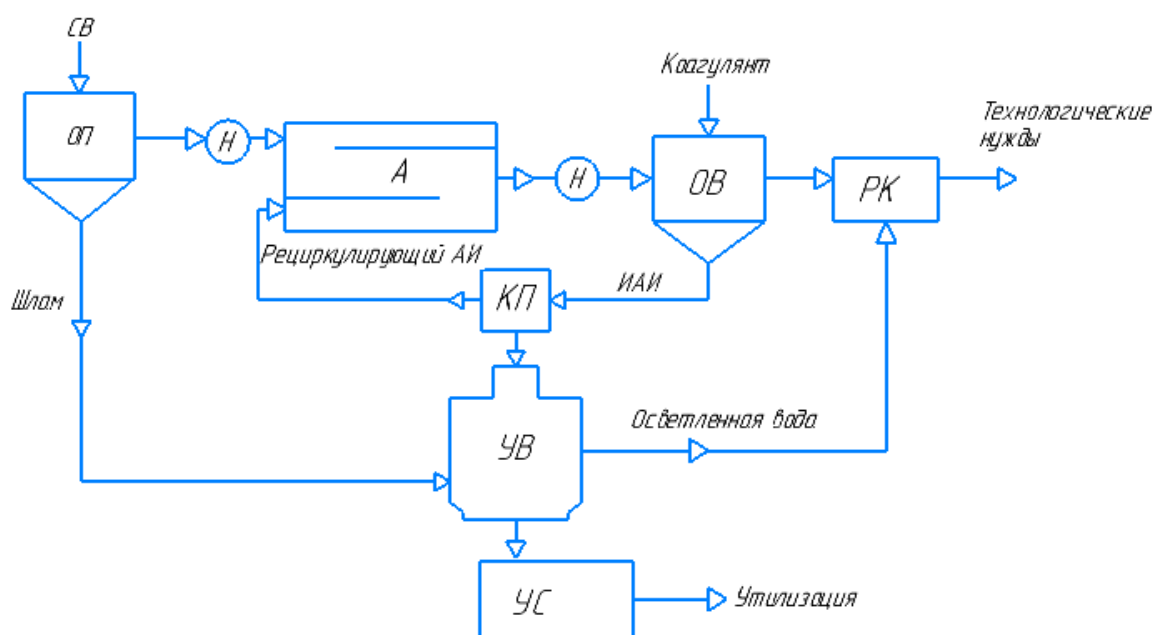


Рис. 1. Технологическая схема биохимической очистки сточных вод от фенола: СВ – сточная вода; ОП – отстойник первичный; Н – насос; А – аэротенк; ОВ – отстойник вторичный; РК – резервуар контактный; ИАИ – избыточный активный ил; АИ – активный ил; КП – камера приемная; УВ – устройство вибрационное; УС – установка сушильная

Для более эффективного отстаивания во вторичный отстойник добавляется коагулянт сульфат железа (II). Избыточный активный ил после вторичного отстойника поступает в приемную камеру, откуда часть ила

отправляется на рециркуляцию в аэротенк, а остальная часть – в вибрационное устройство, в который поступают и осадки первичных отстойников. Освободившаяся от ила вода подвергается очистке в аэротенке, а обезвоженный осадок перед утилизацией термически высушивается.

Выводы

Из анализа научно-технической литературы следует, что химическим производство относится к объектам I категории. Сточные воды содержат реакционную воду, воду со стадии отделения надсмольной воды от смолы и сушки (конденсаты), а также воду от мойки аппаратуры и полов. В них определены соединения: фенол в концентрациях 2,5–5,0 г/л, формальдегид (1,5–4,0 г/л), метиловый спирт (2,0–7,0 г/л), смола (0,1–2,3 г/л). В процессе биохимической очистки сточных вод фенолформальдегидного производства образуются избыточный активный ил и шлам первичных отстойников.

Предложена технологическая схема биохимической очистки сточных вод, включающая вибрационное воздействие на отработанный активный ил и одновременное фильтрование. Показано, что вибрация способствует уплотнению осадка и интенсификации процесса фильтрования.

Список использованной литературы

1. «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»: Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 (ред. От 07.10.2021) // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373399/ (дата обращения: 12.02.2024).
2. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. – Ленинград: Изд-во «Химия», 1997. – С. 428–429.
3. Коростылева А.В. Способ очистки сточных вод от фенола / А.В. Коростылева // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 585–589. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-ochistki-stochnyh-vod-ot-fenolov/viewer> (дата обращения: 17.02.2024).

4. Кольцов В.Б. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: в 2 ч. Ч. 2: учебник и практикум для вузов / В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева; под общ. ред. В.И. Каракеяна. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 311 с.
5. Брызгина Е.Ю. Способ обезвреживания и утилизации отработанного активного ила / Е.Ю. Брызгина, Р.Р. Насыров, З.А. Латыпова, Л.Р. Хазимова // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – № 3. – С. 124–133. – URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/3_2014/ogbus_3_2014_p124-133_BryazginaEJ_ru.pdf (дата обращения: 17.02.2024).
6. Кузнецов А.Е. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т. 1 / А.Е. Кузнецов [и др.]. – 2 изд. (эл.). – М.: Бином. лаборатория знаний, 2012. – 629 с.
7. Дремичева Е.С. Исследование эффективности реагентной обработки осадков сточных вод / Е.С. Дремичева, А.С. Гаврилов // Химическая безопасность. – 2019. – № 1. – С. 65–74.

УДК 628.349

СИСТЕМА АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА

Валеев Аскар Маратович, студент,

Гумерова Гузель Ильдаровна, канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: geri6872@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрена система очистки выбросов тепловой электростанции от оксидов азота и углерода абсорбционным способом – наиболее рациональным методом очистки выбросов газовой теплоэнергетики, предложена технологическая схема очистки и рассмотрен принцип действия аппарата очистки – абсорбера.

Ключевые слова: выбросы, энергетика, диоксид азота и углерода, абсорбционный метод, отходящие газы, тепловая электростанция.

FLUE GAS ABSORPTION CLEANING SYSTEM FOR NITROGEN AND CARBON OXIDES AT THERMAL POWER PLANTS

Valeev A.M., Gumerova G.I.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev KAI,
Kazan*

Annotation. *A system for purifying emissions from a thermal power plant from nitrogen and carbon oxides using the absorption method is considered – the most rational method for purifying emissions from gas thermal power plants; a technological scheme for purification is proposed and the principle of operation of the purification apparatus – the absorber – is considered.*

Key words: *emissions, energy, nitrogen and carbon dioxide, absorption method, waste gases, thermal power plant.*

Введение

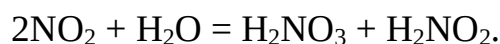
Потребность в электрической энергии – одна из основных потребностей современной цивилизации, для удовлетворения которой необходимы крупные объемы производства. Значительную роль в добыче электроэнергии играют тепловые электростанции – предприятия, использующие тепловую энергию горения органического топлива (каменный уголь, мазут, природный газ) для выполнения полезной работы в системе энергетической установки станции. Тепловой энергетический сектор России, по большей части, представлен газовыми тепловыми электростанциями, и хоть природный газ является наиболее экологичным, по сравнению с углем и мазутом, выбросы данных предприятий все еще содержат недопустимое количество таких загрязняющих веществ, как NO, NO₂, CO₂. Диоксид углерода – основной парниковый газ, в то время как оксиды азота токсичны, а также способны образовывать азотную кислоту, соединяясь с водой в атмосфере, что приводит к образованию кислотных осадков. Угарный газ, являющийся сильным токсином, образуется при неполном горении и тоже может присутствовать в отходящих газах, но при

исправной работе систем на производстве образуется в незначительных количествах, лишь когда установка работает на переходных режимах. Современные технологии производства энергии значительно выросли в эффективности использования топлива, а также могут иметь малоэмиссионные камеры сгорания, понижая выбросы многих компонентов, однако достижение полностью безотходного производства все еще остается далекой целью. К тому же, многие станции все еще используют старые энергоустановки, которые еще не отслужили свой ресурс, а их замена влечет за собой нецелесообразные экономические расходы и риски, поэтому усовершенствование процессов промышленной очистки дымовых газов достаточно актуально.

Тепловые электростанции относятся к объектам I категории, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду [1], следовательно, для выбора метода очистки выбросов можно обратиться к Информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным технологиям. Абсорбционные методы основаны на растворении одного или нескольких газовых компонентов (сорбата) в жидкой фазе поглотителя (сорбента). Данный способ очистки используется в промышленной практике значительное время, он зарекомендовал себя как экономичный, достаточно эффективный, с возможностью осуществления непрерывных технологических процессов [2]. Способность проведения обратного процесса – десорбции, позволяет использовать один и тот же абсорбент в нескольких циклах очистки, а внедрение современных аппаратов очистки и абсорбентов, например, растворов аминов или органических абсорбентов (полипропиленкарбоната или полиэтиленгликоля) положительно сказывается на извлечении целевых компонентов и на экономичности процесса.

Для реализации абсорбционной очистки предложен насадочный абсорбер на основе патента [3]. Проведен расчет абсорбера. В ходе очистки NO_x и CO_x поглощаются из газовой смеси за счет массообменного процесса с жидкой фазой сорбента. В качестве поглотителя выбрана вода, она достаточно

эффективно поглощает оксиды азота и углерода и хорошо подходит для очистки больших объемов отходящих газов. В процессе очистки происходит химическая реакция между сорбатом и сорбентом с образованием новых веществ:



Продукты реакции способны к разложению до исходных веществ, что позволяет регенерировать сорбент и концентрировать загрязняющее вещество, однако в данном случае активное вещество не слишком ценное, а целевые продукты – азотная и угольная кислоты, которые, при необходимости, можно использовать как ресурс в других областях промышленности.

При проведении абсорбции важно учитывать давление и температуру в аппарате, так как они влияют на растворимость газа в жидкости. Сорбцию рекомендуется проводить при высоком парциальном давлении газа и низкой температуре, а для процесса десорбции, соответственно, более выгодны обратные значения величин этих параметров, поэтому в технологическую схему добавлены холодильники и нагреватели для управления процессом, а давление решено оставить атмосферным, так как его изменение требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат [4].

Для интенсификации процесса в абсорбере используется взвешенный слой насадки, который при противоточном движении абсорбента и газовой смеси создает псевдооживленный слой, что положительно сказывается на извлечении загрязняющих веществ [5]. В качестве насадочного материала в абсорбере ВН используется шаровая насадка из пористой резины диаметром $d_{\text{ш}} = 0,04$ м, плотностью $\rho_{\text{ш}} = 650$ кг/м³.

Предложена схема абсорбционной очистки отходящих газов (рис. 1). После процессов горения в энергетической установке отходящие газы обладают высокой температурой, что негативно влияет на растворимость газов в жидкости, поэтому они сначала попадают в холодильник Т-1 для охлаждения, после чего дымовые газы поступают на очистку, где при необходимых

условиях происходит массообменное взаимодействие оксидов азота и углерода с водой с образованием кислот.

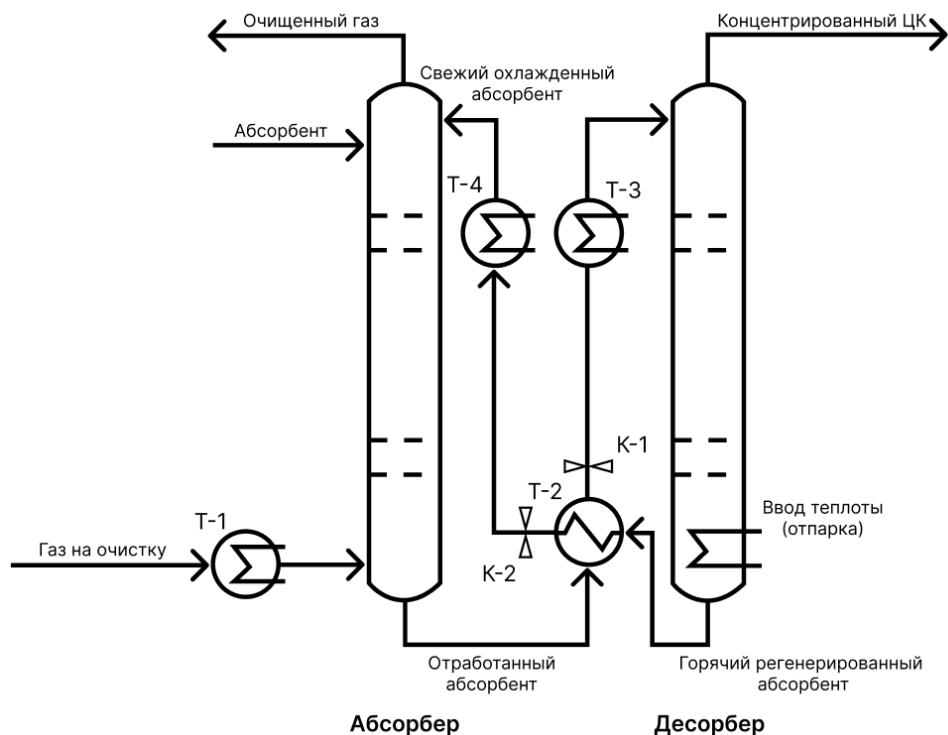


Рис. 1. Технологическая схема абсорбционной очистки отходящих газов тепловой электростанции

После очистки отработанный абсорбент должен быть восстановлен, он проходит через рекуперативный теплообменник Т-2 и дополнительно нагревается в Т-3, после чего попадая в десорбер, разделяется на концентрированный целевой компонент и регенерированный сорбент. Однако он еще не готов к повторному использованию, так как излишне нагрет, что может негативно сказаться на процессе очистки, поэтому горячий абсорбент используется в качестве теплоносителя в Т-1 и охлаждается, т.е. на этом этапе решаются сразу две задачи, что положительно сказывается на энергоэффективности аппарата. После этого регенерированный сорбент дополнительно охлаждается в холодильнике Т-2 и подается в абсорбер для нового цикла очистки.

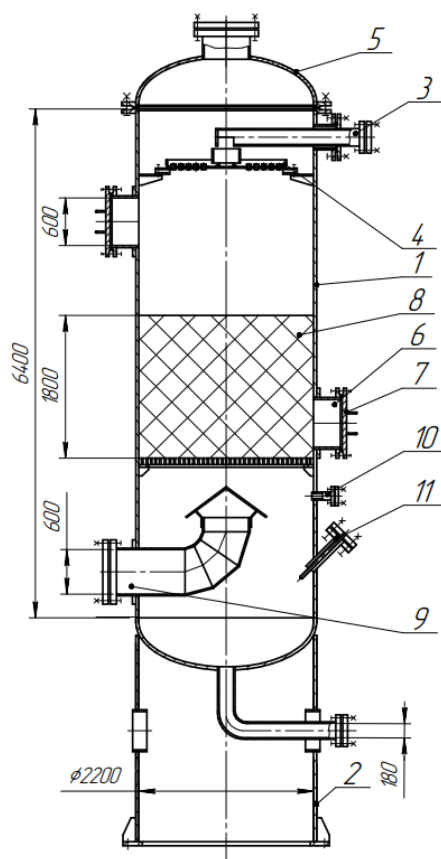


Рис. 2. Устройство насадочного абсорбера: 1 – корпус; 2 – опора; 3 – штуцер ввода/вывода жидкой фазы; 4 – устройство распределительное с форсунками; 5 – крышка абсорбера; 6 – люк ввода/вывода насадки; 7 – крышка люка; 8 – насадка; 9 – штуцер ввода/вывода газовой фазы; 10 – штуцер ввода прибора измерения температуры; 11 – штуцер ввода прибора измерения давления

В самом аппарате (рис. 2) абсорбент с помощью оросителя с форсунками равномерно распыляется в объеме абсорбера, попадая на шарики подвижной насадки и смачивая их. Через отверстия в решетки пропускается очищаемый газ, который сжижает насадку. За счет этого обеспечивается более плотный контакт сорбата и сорбента и происходит массообменный процесс, после чего очищенный газ выходит из аппарата, а отработанный абсорбент с целевым компонентом в своей жидкой фазе отправляется на процесс десорбции.

Выводы

Установлено, что, несмотря на развитие технологий производства энергии, современные тепловые электростанции все еще неспособны полностью исключить появление выбросов, поэтому их очистка является

весьма актуальной. Абсорбционный метод очистки – один из наиболее надежных и эффективных способов решения данной задачи. Предложена технологическая схема очистки, описано устройство абсорбционного аппарата, рассчитаны его технологические и конструктивные параметры.

Список использованной литературы

1. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 (ред. от 07.10.2021) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373399/?ysclid=lsaanlk16i516391101 (дата обращения: 12.03.2024).
2. ИТС НДТ 22-2016. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продуктов (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.
3. Пат. 2634768 Российская Федерация. Абсорбер / Кочетов О.С. – № 2016140688; заявл. 17.10.2016; опубл. 29.06.2017, Бюл. № 19. – 5 с.
4. Запись лекции по теме «Абсорбция» за авторством Вячеслава Филиппова [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6--iMdOTmnI> (дата обращения: 12.11.2023).
5. XV Всероссийская конференция «Химия и инженерная экология» с международным участием: Сборник докладов, Казань, 01–03 июля 2015 года. – Казань: Издательство «Отечество», 2015. – 248 с. – ISBN 978-5-9222-1053-9. – EDN UYPTWJ.

УДК 504.062.2

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗ. КОМСОМОЛЬСКОЕ

Водянчук Кристина Васильевна, студент,

Галимова Алина Раисовна, канд. хим. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань, e-mail: ARGalimova@kai.ru

Аннотация. Проведена оценка качества природных вод оз. Комсомольское культурно-бытового назначения по содержанию общего

железа, хлоридов, фосфатов, сульфатов и нитратов с использованием нормативов и региональных фоновых концентраций. Показана необходимость разработки региональных нормативов качества, что необходимо для регулирования антропогенного воздействия на водные объекты.

Ключевые слова: *нормативы качества, предельно допустимые концентрации, региональные особенности.*

WATER QUALITY ASSESSMENT KOMSOMOLSKOYE LAKE

Vodyanchuk K.V., Galimova A.R.

*Kazan National Research Technical University named A.N. Tupolev-KAI,
Kazan*

Annotation. *An assessment of the lake water quality was carried out. Komsomolsk cultural and household purposes for the content of iron, chlorides, phosphates, sulfates and nitrates using standards and regional background concentrations. Development of regional quality standards necessary to regulate anthropogenic impact on water bodies.*

Key words: *quality standards, maximum allowable concentrations, regional features.*

Введение

Основным показателем, определяющим качество поверхностных вод, является предельно допустимые концентрации (ПДК), которые установлены на федеральном уровне. Согласно п. 7 «Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения» (приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695), при нормировании для водных объектов данного типа водопользования необходимо учитывать природные особенности водных объектов. Однако подходы для их учета для природных поверхностных вод, которые находятся под непосредственным антропогенным влиянием, не утверждены. Для того чтобы оценка состава воды водных

объектов была максимально точной и адекватной, необходимо учитывать фоновые концентрации, особенно для компонентов, встречающихся в природных водах исследуемых территорий в повышенных или пониженных относительно ПДК концентрациях. Концентрации хлоридов, фосфатов и сульфатов сигнализируют о воздействии антропогенного фактора в трансформации компонентного состава поверхностных природных вод [1–5]. Фосфат-ионы в воде появляются из рассыпанных по полям удобрений (суперфосфаты), из моющих средств (полифосфаты). Они образуются при естественном разложении, при биохимической переработке останков живых организмов: растений, насекомых, животных. Больше всего фосфатов поступает в природу от сельскохозяйственной деятельности, из промышленных стоков, от эрозии грунтов и регенерации донных минеральных отложений. Сульфаты присутствуют во многих поверхностных водах. Они попадают в воду вместе с промышленными, техническими, канализационными стоками, в которых содержание сульфатов намного выше ПДК. Анализ содержания указанных ионов в водных объектах РТ показал, что наблюдается тенденция колебания содержания хлоридов и сульфатов при увеличении степени загрязненности. Для озер характерен привнос железа за счет частично выходящих на поверхность грунтовыми водами с высоким содержанием железа.

Целью работы являлось определение состава природных вод водного объекта оз. Комсомольское по указанным компонентам. Оно находится на южной окраине микрорайона Дербышки Советского района города Казань. Площадь водного зеркала около 2 га. Длина 350 м, максимальная ширина 60 м. Максимальная глубина 3 м. Форма вытянутая, близка к овальной. Котловина озера представляет собой карстовую воронку, днище которой в 1970-е годы было углублено и выровнено.

Отбор проб природных вод проводился в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 [6]. Определение железа общего проводилось в

соответствии с ПНД Ф14.1:2:4.50-96 фотометрически [7]. Определение сульфатов в соответствии с ГОСТ 31940-2012 [8], определение хлоридов в соответствии с ГОСТ 51232-98 [9], фосфат-ионов по ГОСТ 18309-2014 [10], нитратов по ГОСТ 33045-2014 [11].

Получены результаты, которые сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) химических веществ в воде водных объектов культурно-бытового назначения [12], а также с региональными фоновыми концентрациями, полученные в работе [13], которые обоснованы для использования в качестве пороговых.

Таблица 1

Значения концентраций химических веществ в воде

Типы концентраций	Fe ²⁺ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Cl ⁻ мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л
Концентрация ср.	0,64	400	10	0,03	0,124
Фон	0,139	66,4	26,1	0,259	7,3
ПДК к/б	0,3	500	350	3,5	45

Для оценки качества водных объектов используется индекс загрязнения воды (ИЗВ). ИЗВ относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по ограниченному числу компонентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); n – число показателей, используемых для расчета индекса; ПДК_i – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Получены результаты: $\text{ИЗВ}_{\text{ПДК}} = 0,59$, $\text{ИЗВ}_{\text{фон}} = 2,23$.

Выводы

Из представленных результатов видно, что оценки, рассчитанные по фоновым концентрациям, указывают на большее загрязнение, чем оценки, полученные по ПДК. Это объясняется тем, что при оценке по фоновым значениям фиксируются отклонения, нехарактерные для того или иного типа вод, для которых эти фоновые значения установлены.

Список использованной литературы

1. Мусихина Т.А., Черезова Л.М. Недостатки нормативов для оценки качества водных объектов по химическим показателям // Использование и охрана водных ресурсов. – 2009. – № 3. – С. 17–19.
2. Банникова О.А., Бычкова Е.Н. К вопросу об установлении региональных нормативов качества воды // Водное хозяйство России. – 2011. – № 6. – С. 54–68.
3. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения (утверждены Приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695).
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 7 (163). – С. 26–29.
5. Захаров С.Д., Жданова Г.Н., Исмаилова Р.Н., Кондратьева Т.А. К вопросу о региональных особенностях качества водных объектов на территории Республики Татарстан // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 11. – С. 45–49.
6. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000. – 48 с.
7. ПНД Ф14.1:2:4.50-96. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом. – М., 1996.
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов, 2012.
9. ГОСТ Р 51232-98. Группа Н08. Государственный стандарт Российской Федерации вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества Drinking water, 1999.

10. ГОСТ 18309-2014. Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ. – М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.
11. ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с Поправками).
12. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. – 152 с.
13. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Байбакова Е.В., Валиев В.С. Методология определения региональных пороговых концентраций для расчёта нормативов допустимого сброса жидких производственных отходов в поверхностные воды // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 4. – С. 28–33.

УДК 613.31, 614.878

ОЦЕНИВАНИЕ РИСКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ОЛЬФАКТОРНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Гумеров Тимофей Юрьевич, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: tt-tinofei@mail.ru,*

*Клинцова Анастасия Константиновна, студент группы 17.2-303
ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail:
lapichi1@list.ru,*

Строганов Виктор Федорович, д-р хим. наук, профессор,

Антонова Ильвира Илгизовна, ст. преп.

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: antonova.ilvira@yandex.ru*

Аннотация. В области охраны окружающей среды, экологии и гигиены человека проблема качества питьевой воды занимает особое место. Авторами представлена оценка риска в отношении показателей ольфакторно-

рефлекторного воздействия образцов питьевой воды г. Казани. Выполнены исследования, которые позволяют оценить уровень риска для здоровья жителей города в результате перорального поступления питьевой воды и регламентировать загрязняющие веществ по органолептической оценке.

Ключевые слова: *питьевая вода, риск, ольфакторно-рефлекторное воздействие.*

THE ASSESSMENT OF THE RISK OF DRINKING WATER BY INDICATORS OF OLFATOR-REFLEX IMPACT

Gumerov T.Yu¹., Klintsova A.K.², Stroganov V.F.¹, Antonova I.I.¹.

¹Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan,

²Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

Annotation. *In the field of environmental protection, ecology and human hygiene, the problem of drinking water quality occupies a special place. The authors presented a risk assessment in relation to indicators of olfactory-reflex effects of drinking water samples in Kazan. Studies have been carried out that allow us to assess the level of risk to the health of city residents as a result of oral intake of drinking water and regulate pollutants based on organoleptic assessment.*

Keywords: *drinking water, risk, olfactory-reflex effect.*

Введение

Качество питьевой воды является основной экологической проблемой человечества, которая напрямую влияет на здоровье населения и экологическую чистоту потребляемых продуктов. Природные источники пресной воды содержат богатое разнообразие живых организмов, которые зачастую чрезвычайно опасны для здоровья. По мере снижения качества питьевой воды увеличивается количество различных заболеваний, которые можно разделить на несколько типов: инфекционные, вирусные; бактериальные и трансмиссивные.

Развитие любой отрасли промышленности в процессе ее функционирования характеризуется возможным риском загрязнения воды, используемой населением в качестве питьевой воды, а также образования на техногенных территориях сточных вод, загрязненных химически агрессивными веществами, опасными для здоровья человека. Качество питьевой воды, определяемое различными методами и инструментами в управлении рисками, определяется безусловной значимостью её объективной и полной оценки. Переход в системе оценки качества питьевой воды по принципу установления качественных или количественных характеристик вредностей для здоровья людей, обусловлен воздействием факторов среды обитания.

Особое внимание должно уделяться оценке риска и качеству питьевой воды в отношении показателей, характеризующихся ольфакторно-рефлекторным эффектом воздействия. Общие принципы расчетов, экспозиционные и референтные дозы представлены в Руководстве Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». В методических рекомендациях МР 2.1.4.0032-11. 2.1.4 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест» изложены общие принципы интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. Научно обоснованный подход интегральной оценки риска для здоровья жителей населенных пунктов от воздействия химически агрессивных соединений, которые могут попасть и содержаться в питьевой воде, направлен на создание единого унифицированного алгоритма ее проведения.

Основные этапы оценивания рисков включают идентификацию опасностей, оценку экспозиции, анализ зависимости «доза – эффект» и характеристику риска.

Первый этап – это идентификация опасных химических или радиоактивных веществ в воде исследуемого района, которые относятся к неблагоприятным факторам окружающей среды. При исследовании питьевой

воды и составлении программ контроля возможно применение скрининговых исследований с оценкой риска на качественном уровне. Найденные индексы опасности служат для распознавания и диагностирования:

- факторов риска, влияющих на качество воды при водоподготовке и водоснабжении;
- кратности исследования и адресного расположения контрольных точек;
- абиотических и антропогенных химических веществ, находящихся в воде и влияющих на состояние здоровья человека;
- видов неблагоприятных воздействий анализируемых химических и радиоактивных веществ.

Санитарное состояние участка сбора воды на конкретной территории, контролирование режима и качества по перечню опасных веществ, а также соблюдение охранных зон позволяет сформировать объективную характеристику поверхностного водоисточника.

Качество питьевой воды зависит от многих факторов, к одним из которых можно отнести способы возделывания земель, наличие жидких и твердых отходов, сбрасывание сточных вод промышленных предприятий в недопустимом радиусе питьевого водозабора. Наличие населенных пунктов и организация несанкционированных свалок также способны влиять на химический состав питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1110-02).

Обеспечение органолептических свойств питьевой воды является основной задачей водоподготовки в условиях централизованного водоснабжения. Поиск пороговых концентраций загрязняющих веществ, которые влияют на запах и привкус воды сводится к психофизическому закону Вебера-Фехнера, при котором интенсивность ощущения пропорциональна логарифму концентрации вещества. Ощущения, возникающие в результате взаимодействия между рецепторами ротовой полости и веществами, растворенными в воде, воспринимаются как вкусовые, которые также отражаются через обонятельное восприятие. Различия между вкусовыми и

обонятельными ощущениями минимальные, поэтому при оценке качества воды прибегают к комбинированному способу.

Основная проблема качества воды среди населения, это неудовлетворительные показатели запаха и привкуса. Органолептические показатели оцениваются по пятибалльной шкале, и каждый балл даёт возможность предположить вероятность риска загрязнения питьевой воды. В работе представлены данные по качеству питьевой воды и степени оценки риска. Образцы воды были взяты из разных районов города Казани. Точки водоотбора проб указаны на рис. 1. В табл. 1 представлены данные оценки риска исследуемых образцов по запаху и привкусу.

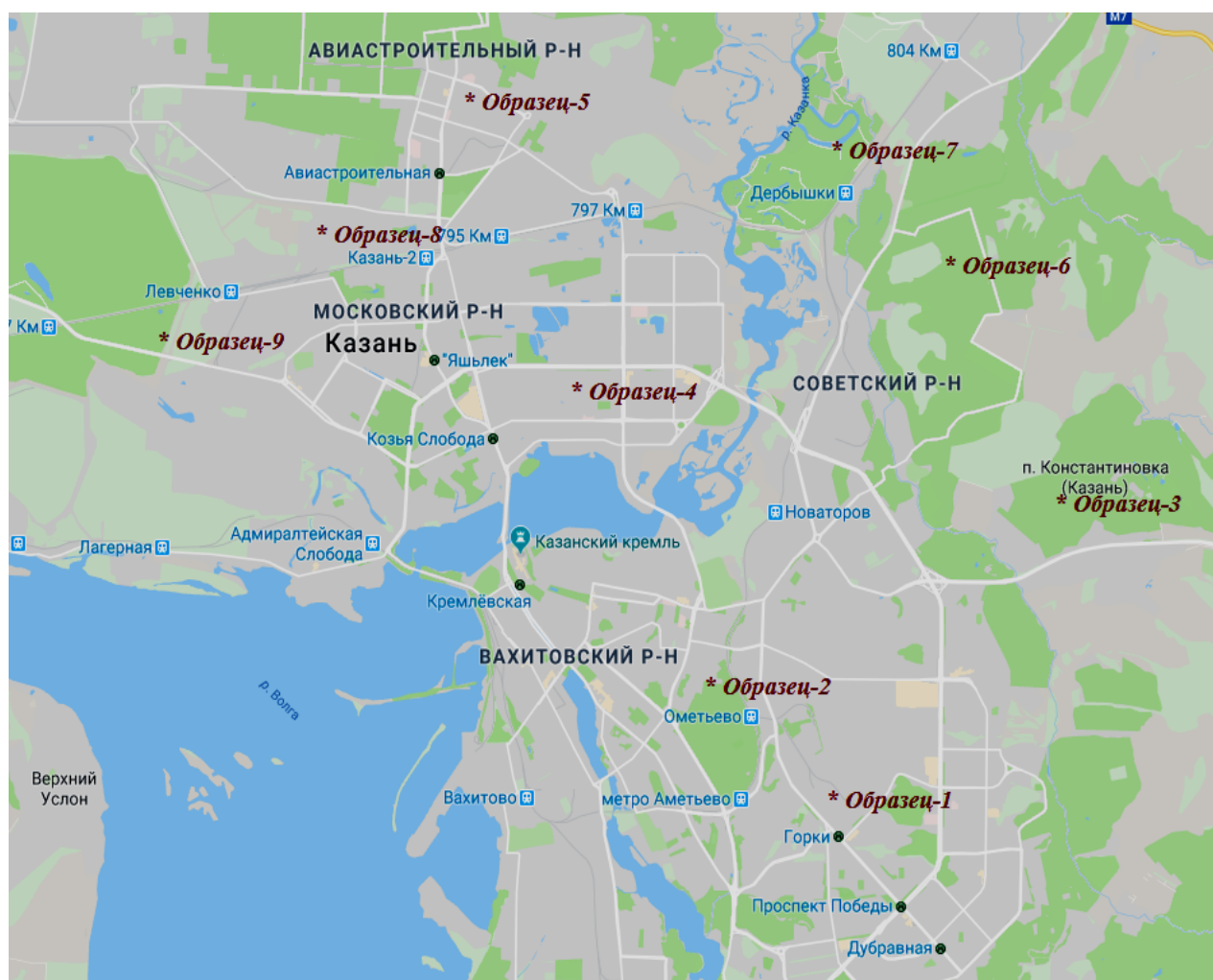


Рис. 1. Точки отбора проб в городе Казани

Таблица 1

Результаты оценивания риска по запаху и привкусу

Обозначение	Об-1	Об-2	Об-3	Об-4	Об-5	Об-6	Об-7	Об-8	Об-9
Интенсивность в баллах	1	0	2			1			2
Характеристика запаха и привкуса	очень слабые	не ощущались	слабые			очень слабые			слабые
Проявление запаха и привкуса	не ощущаются потребителем, но обнаруживается специалистом	отсутствие	при обращении внимания обнаруживаются потребителем			не ощущаются потребителем, но обнаруживается специалистом			при обращении внимания обнаруживаются потребителем
Априорная вероятность риска обнаружения	0,03	0	0,16			0,04	0,03	0,16	

(где Об – Образец)

На первоначальном этапе исследования воды представлена модель оценивания риска по запаху и привкусу, а также априорная вероятность обнаружения риска в зависимости от районов г. Казани. Изменение концентрации загрязняющих веществ, определяющих привкус и запах, переходит от одного балла к другому в среднем в 2 раза.

Далее в работе проведена оценка риска воды по показателям цветности. Цветность исследуемых образцов воды определялась в соответствии с ГОСТ 31868-2012. Для этого определяли значение оптической плотности анализируемых проб на спектрофотометре при длине волны 380 нм, а затем определяли показатели цветности по хромокобальтовой шкале. Риск по показателю цветности определялся по формуле (1):

$$P_{\text{rob}} = -3,33 + 0,067 \cdot Ц, \quad (1)$$

где Ц – цветность воды (в градусах цветности); P_{rob} – вероятность риска в соответствии с законом нормального вероятностного распределения.

Полученные данные (табл. 2) могут быть использованы в качестве модели индивидуальных порогов действия для оценки риска по показателям цветности.

Таблица 2

Цветность исследуемых образцов, град.

Об-1	Об-2	Об-3	Об-4	Об-5	Об-6	Об-7	Об-8	Об-9
15	10	20	20	40	45	40	15	25

Дальнейшие исследования были направлены на оценку риска по показателям мутности воды. Определение мутности основано на регистрации рассеянного излучения при прохождении светового потока в видимой или ближней инфракрасной области спектра через пробу воды, содержащей взвешенные частицы (нефелометрический метод). Мутность определялась по ГОСТ Р 57164-2016, а возможный риск рассчитывался по формуле (2). Переход от формазинных единиц (ЕМФ) осуществлялся исходя из того, что 1 ЕМФ соответствует 0,58 мг/дм по каолину. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Мутность воды, мг/дм

Об-1	Об-2	Об-3	Об-4	Об-5	Об-6	Об-7	Об-8	Об-9
1,044	0,58	1,16	1,218	1,45	1,508	1,392	0,986	1,334

$$P_{\text{rob}} = -3 + 0,25 \cdot M, \quad (2)$$

где M – мутность образцов воды.

Далее, составлена модель оценки риска по водородному показателю (рН). Расчет проводился в двух случаях, если $\text{pH} \leq 7$, то для расчета применялась формула (3), а если $\text{pH} > 7$, то формула (4). Полученные данные представлены в табл. 4.

$$P_{\text{rob}} = 4 - \text{pH}, \quad (3)$$

$$P_{\text{rob}} = -11 + \text{pH}. \quad (4)$$

Таблица 4

Водородный показатель рН исследуемых образцов

Об-1	Об-2	Об-3	Об-4	Об-5	Об-6	Об-7	Об-8	Об-9
6,08	6,80	6,09	5,96	6,78	6,75	6,77	6,78	6,85

Далее, оценка риска проводилась по показателям солевого состава, нормированного по влиянию на органолептические (эстетические) свойства воды. Определялось содержание хлоридов (ГОСТ 4245-72), сульфатов (ГОСТ 31940-2012) и фосфатов- PO_4 (ГОСТ 18309-2014). Расчет проводился по формуле (5), данные представлены в табл. 5.

$$P_{\text{rob}} = -2 + 3,32 \cdot \lg(\text{Концентрация} / \text{норматив}), \quad (5)$$

где норматив $\text{ПДК}_{\text{хлоридов}} = 150 \text{ мг/л}$; $\text{ПДК}_{\text{сульфатов}} = 150 \text{ мг/л}$; $\text{ПДК}_{\text{фосфатов}} = 3,5 \text{ мг/л}$.

Таблица 5

Показатели, влияющие на органолептические свойства воды

Обозначение		Об-1	Об-2	Об-3	Об-4	Об-5	Об-6	Об-7	Об-8	Об-9
Состав, мг/л	хлориды	102	88	107	110	130	137	129	104	112
	сульфаты	85	74	90	94	100	114	108	89	97
	фосфаты	0,81	0,63	1,25	1,32	2,11	2,47	2,34	0,88	1,29

Полученные данные по запаху, привкусу, цветности, мутности, pH и солевому составу образцов воды позволили рассчитать их показатели риска в соответствии с законом нормального вероятностного распределения по соответствующим формулам. Данные занесены в табл. 6.

Таблица 6

Показатели вероятностного риска P_{rob} по органолептической оценке свойства воды

Обозначение	Вероятность риска, P_{rob}						
	запах и привкус	цветность	мутность	pH	хлориды	сульфаты	фосфаты- PO_4
Об-1	-0,06	-2,33	-2,74	-2,08	-2,56	-2,82	-4,11
Об-2	0	-2,66	-2,86	-2,80	-1,98	-3,02	-4,47
Об-3	-0,32	-1,99	-2,71	-2,09	-2,49	-2,74	-3,49
Об-4	-0,32	-1,99	-2,69	-1,96	-2,45	-2,67	-3,41
Об-5	-0,32	-0,65	-2,64	-2,78	-2,21	-2,59	-2,73
Об-6	-0,32	-0,32	-2,62	-2,75	-2,13	-2,39	-2,51
Об-7	-0,08	-0,65	-2,65	-2,77	-2,22	-2,47	-2,58
Об-8	-0,06	-2,33	-2,75	-2,78	-2,53	-2,75	-3,99
Об-9	-0,32	-1,66	-2,67	-2,85	-2,42	-2,63	-3,44

Вероятность риска P_{rob} представлена в виде промежуточной величины, которая необходима для перехода от концентрации вредного вещества к риску для здоровья, которое оно создает.

Таким образом, ольфакторно-рефлекторное воздействие при оценке риска позволяет выбрать максимальное значение из всех групп найденных величин. Данный подход основывается на индивидуальных особенностях рецепторов человека и реакций, описанных законом Вебера-Фехнера. В табл. 7 представлены итоговые значения органолептического риска.

Таблица 7

Органолептический риск

Обозначение	Анализируемые критерии						
	запах и привкус	цветность	мутность	pH	хлориды	сульфаты	фосфаты- PO ₄
Об-1	0,476	0,0157	0,0035	0,0225	0,0054	0,0052	0,001
Об-2	0	0,00412	0,00514	0,0057	0,00284	0,001	0,001
Об-3	0,375	0,0259	0,00529	0,0223	0,006	0,0053	0,001
Об-4	0,375	0,0259	0,00531	0,0259	0,006	0,0053	0,001
Об-5	0,375	0,258	0,00536	0,0052	0,0222	0,0054	0,0053
Об-6	0,375	0,375	0,00538	0,0053	0,0225	0,0056	0,006
Об-7	0,468	0,258	0,00535	0,0052	0,0223	0,0055	0,0054
Об-8	0,476	0,0157	0,00525	0,0052	0,006	0,0053	0,001
Об-9	0,375	0,0543	0,00533	0,0052	0,0074	0,0054	0,001
Максимальное значение	0,476	0,375	0,00538	0,0259	0,0225	0,0056	0,006

Выводы

Таким образом, суммарная оценка риска рефлекторных реакций для всех образцов различная и находится в интервале 0,001–0,476. Из приоритетных факторов оценки необходимо выделить для образца 1 – запах и привкус; для образца 4 – уровень pH; для образца 6 – цветность, мутность и солевой состав.

Список использованной литературы

1. МР 2.1.4.0032-11. 2.1.4. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест: Методические рекомендации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.03.2019).

2. Кузнецов А.П. Исследование качества питьевой воды / А.П. Кузнецов // Юный ученый. – 2022. – № S3-1(55-1). – С. 28–31.

3. Влияние химических веществ питьевой воды на здоровье населения / Е.О. Маркова, Ю.П. Корякина, Н.Ф. Фаращук, М.А. Киган // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2023. – Т. 22. – № 1. – С. 239–249. – DOI 10.37903/vsgma.2023.1.31.

4. Opalenko K.S. The validity of the certificate of accreditation of the testing laboratory for the quality of the tests of drinking and natural water / K.S. Opalenko, M.V. Timerbayeva // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2022. – № 1 (85). – Р. 147–156. – DOI: 10.37788/2022-1/147-156.

5. Methods for the Formation of Riskological Competence by Active Methods among Students of the «Protection in Emergency Situations» Training Profile / E.S. Koroleva, E.V. Muravyova, L.N. Gorina, A.I. Shakirova // Global Scientific Potential. – 2023. – No. 12–1 (153). – Р. 40–46.

6. Смирнова А.Н. Индексы риска как инновационный метод в прогнозировании бедствий / А.Н. Смирнова, Е.В. Муравьева // Вестник НЦБЖД. – 2023. – № 2 (56). – С. 128–134.

УДК 628.349

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД ТЕХНОЛОГИИ МЕДНЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Ильченко Полина Александровна, студент,

Шавалеева Светлана Минневагизовна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: shsm@mail.ru*

Аннотация. В работе рассмотрена система очистки медьсодержащих промывных вод линии меднения печатных плат. Произведен анализ наилучших из доступных технологий и выбран реагентный метод очистки от ионов меди (II), предложена технологическая схема очистки и рассмотрен принцип действия химического реактора.

Ключевые слова: ионы меди, печатные платы, химический реактор, реагентный метод, промывные воды.

WASH WATER PURIFICATION SYSTEM FOR COPPER PLATING TECHNOLOGY OF PRINTED CIRCUIT BOARDS

Ilchenko P.A., Shavaleeva S.M.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

Annotation. *In the presented work, there is a system for purifying copper-containing wash water from a copper plating line for printed circuit boards. An analysis of the best available technologies was carried out and a reagent method for purification from copper (II) ions was selected, a technological scheme for purification and taking into account the operating principle of a chemical reactor was proposed.*

Key words: *copper ions, printed circuit boards, chemical reactor, reagent method, wash water.*

Введение

Гальваническое производство отличается большим водопотреблением воды высокого качества и образованием большого количества отходов. В процессе изготовления печатных плат источниками загрязняющих веществ являются ванны нанесения медного покрытия химическим и гальваническим способом, ванны обезжиривания и активации, травления меди, а также ванны промывки. Сброс такой воды в канализацию и водоёмы недопустим по требованиям норм загрязнения вод, сливаемых в городские очистные сооружения. В этой связи, необходимо разрабатывать экологически чистые и экономически выгодные процессы локальной очистки гальванических стоков.

Рассматриваемое гальваническое предприятие относится к 1 категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [1] и подлежит области применения наилучших доступных технологий. Перспективными методами очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов являются: реагентный, кристаллизация, восстановление, адсорбция,

биологическая очистка, нанофильтрация, обратный осмос. Наиболее простым по конструктивному исполнению и недорогим методом является реагентный. В качестве реагента на основе патентно-реферативного поиска предложено использовать ферромагнитную суспензию, в состав которой входит FeCl_3 , FeSO_4 , 20% водный NaOH [2].

Для реализации реагентной очистки спроектирован химический реактор на основе патента [3]. Технический результат достигается за счет обеспечения наиболее полного газонасыщения значительной части слоя жидкости и повышения скорости протекания реакции. Кроме того, увеличивается коэффициент смешения, повышается эффективность массообменных процессов и сокращается количество образующихся побочных продуктов (рис. 1). Для улучшения текущего химического реактора предлагается использовать съемные крышки и днище. Это позволит быстро и легко получать доступ к внутренним компонентам аппарата при ремонтных работах для устранения неисправностей. В качестве конструктивного решения предлагается использовать 3 лопастных мешалки [4], которые обеспечивают эффективное интенсивное перемешивание реагентов в химическом реакторе.

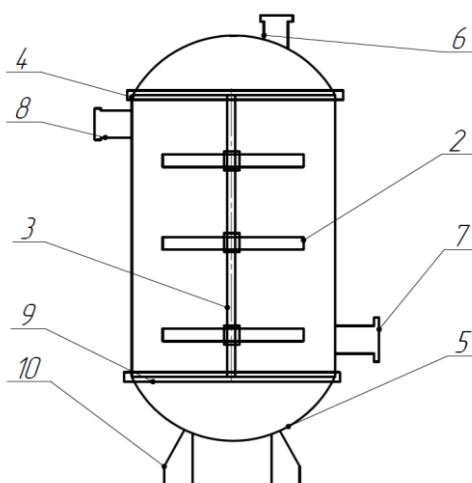


Рис.1. Реактор вертикальный химический с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой: 1 – корпус; 2 – мешалка; 3 – вал; 4 – крышка; 5 – днище; 6 – патрубок подачи реагента; 7 – патрубок выхода продуктов нейтрализации; 8 – патрубок поступления сточных вод; 9 – соединительный элемент; 10 – подставки (лапы реактора – 4 шт.)

Также был произведен расчет конструктивных параметров химического реактора. Для очистки воды, содержащей ионную форму меди, рекомендуется использовать схему очистки, предложенную на рис. 2.

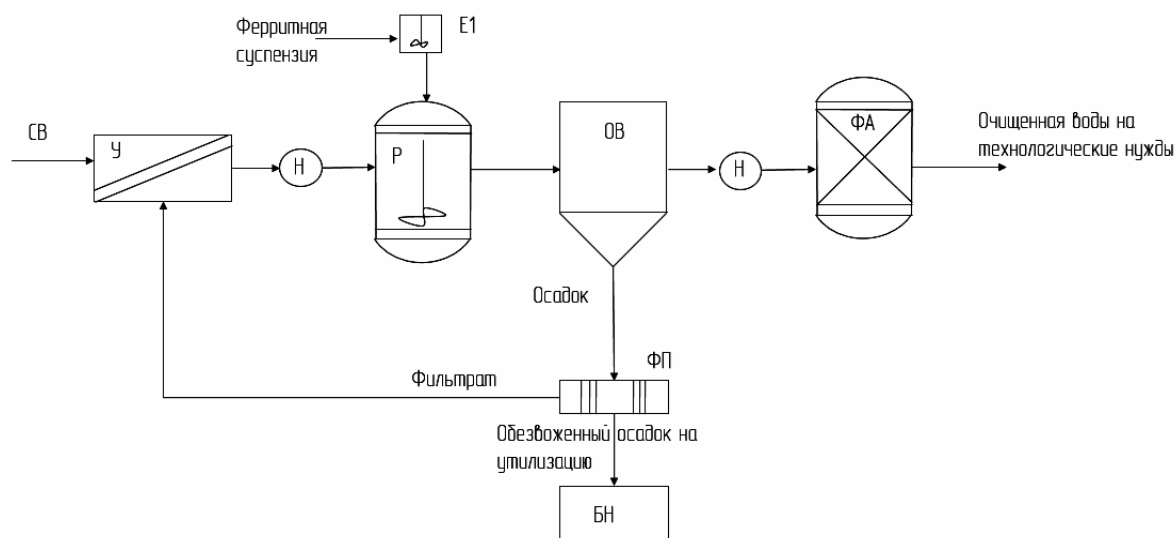


Рис. 2. Схема реagentной очистки проmyвных сточных вод линии меднения печатных плат:

У – усреднитель; Н – насос; Е1 – емкость; ОВ – отстойник вертикальный; ФА – фильтр адсорбционный; ФП – фильтр-пресс; БН – бак накопитель

Исходная сточная вода, полученная в процессе меднения при изготовлении печатных плат, подается в усреднитель (У), где выполняется усреднение расхода сточных вод, выравнивание концентраций загрязняющих веществ и корректировка pH. Далее с помощью насоса сточная вода поступает в химический реактор (Р), куда подается ферритная суспензия из емкости подачи реагента (Е1). Реакционная смесь перемешивается, что приводит к процессу нейтрализации. После этого вода направляется в вертикальный отстойник (ОВ) для разделения смеси на осветленную жидкость и осадок, который затем направляется в фильтр-пресс (ФП). Далее после уплотнения осадка фильтрат повторно поступает в усреднитель (У), а обезвоженный шлам направляется в бак-накопитель (БН) для последующей утилизации. После отстойника (ОВ) вода перекачивается насосом (Н) для дополнительной очистки в фильтр-адсорбционный (ФА), где остаточные примеси сорбируются на поверхности засыпки. В результате получаем очищенную воду, которая используется для технологических нужд гальванического предприятия.

Выводы

Таким образом, предлагаемая система и усовершенствованный аппарат очистки промывных вод технологии меднения печатных плат от ионов меди (II) обеспечивают эффективность очистки 98%. Контроль качества очищенной воды проводился спектрофотометром модели «В 1100».

Список использованной литературы

1. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
2. Очистка многокомпонентных неорганических сточных вод от катионов Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Pb^{2+} и Fe^{2+} , включающая утилизацию осадка. – С. 113–123 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ochistka-mnogokomponentnyh-neorganicheskikh-stochnyh-vod-ot-kationov-cu2-zn2-ni2-cr3-pb2-i-fe2-vklyuchayuschaya-utilizatsiyu-osadka/viewer> (дата обращения: 30.03.2024).
3. Пат. 182590 Российская Федерация. Химический реактор / Ребрик А.С., Нис Я.З. – № 2018115600; заявл. 25.04.2018; опубл. 23.08.2018, Бюл. № 24.– 6 с.
4. ГОСТ 22577-77. Устройства перемешивающие для жидких неоднородных сред. Термины и определения. – Введ. 1978-07-01. – ЛенНИИХиммаш, 2015. – 13 с.

УДК 371

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ ОСАДКОВ КОАГУЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Осинин Максим Сергеевич, аспирант

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, e-mail:
crimsonklayd@gmail.com*

Аннотация. *Представлены результаты исследований по регенерации коагулянтов из осадков коагуляции поверхностных вод. Эффективность применения полученных коагулянтов сравнивалась с товарным сульфатом железа по ряду показателей.*

Ключевые слова: *осадок коагуляции, регенерация, коагулянт.*

REGENERATION OF COAGULANTS FROM SURFACE WATER COAGULATION SEDIMENTS

Osinin M.S.

Belarusian National Technical University, Minsk

Annotation. *This study presents research results on the regeneration of coagulants from surface water coagulation sediments. The effectiveness of using the obtained coagulants was compared with commercial ferrous sulfate according to a number of indicators.*

Keywords: *coagulation sediment, regeneration, coagulant.*

Введение

Переработка и вторичное использование отходов является актуальной задачей [1; 2]. Известно, что содержание ценных веществ в отходах превышает их содержание в рудах, а эффективное использование отходов будет приводить к экономии природных ресурсов и снижению себестоимости продукции [3–5]. Одним из перспективных направлений следует рассматривать получение коагулянтов из металлосодержащих отходов производств [6–8]. В данной работе исследовали возможность получения коагулянтов из осадков коагуляции поверхностных вод, образующихся в процессе водоподготовки. Данные осадки содержат в своем составе до 90% карбоната кальция и 5–20% гидроксидов железа и/или алюминия, в зависимости от параметров очистки поверхностных вод.

В данной работе проводили выщелачивание железа и алюминия серной кислотой [9; 10]. Содержание железа и алюминия в исходном осадке коагуляции составлял 7,4 и 16,7 мас.%, соответственно. В результате реакции образовывался раствор коагулянта и твердый остаток дигидрата сульфата кальция (гипс). Отдельным исследованием из осадка коагуляции выщелачивали алюминий с получением коагулянта алюмината натрия. Эффективность коагуляции оценивали на модельных сточных водах, содержащих взвешенные вещества (глина), табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительный анализ эффективности использования регенерированных
коагулянтов**

Коагулянт	Сухой остаток, мг/л	TDS, мг/л	Оптимальная доза, г/л	Эффективность при оптимальной дозе, %	pH
Исходная вода:					
– г. Минск	526	244,8	–	–	7,54
– г. Брест	467	185,2	–	–	8,29
Al ₂ (SO ₄) ₃	740,0	298,2	0,2	80,0±2,1	7,55
Fe ₂ (SO ₄) ₃	746,7	323,5	0,2	86,6±0,5	7,42
wAlFe-SO ₄	615,0	325,4	0,15	72,4±6,1	7,75
Al ₂ (SO ₄) ₃ +wNaAlO ₂	650,0	331,9	0,3	84,5±2,7	8,12
Fe ₂ (SO ₄) ₃ +wNaAlO ₂	746,4	329,6	0,3	90,0±1,0	7,84
wAlFe-SO ₄ +wNaAlO ₂	542,3	360,1	0,3	84,6±0,9	8,06

В табл. 1 приведены результаты сравнительного анализа эффективности использования регенерированных коагулянтов с товарными. Эффективность коагуляции сравнивалась по содержанию сухого остатка, общей минерализации (TDS), оптимальную дозу коагулянта по результатам пробного коагулирования, pH очищенной воды, а также остаточного содержания железа и алюминия. Эффективность коагуляции с использованием регенерированного коагулянта с помощью серной кислоты оказалась на 14% меньше, чем при использовании товарного сульфата железа и на 7,6% меньше, чем при использовании товарного сульфата алюминия. При этом оптимальная доза его составила 0,15 г/л, что ниже, чем для товарных коагулянтов – 0,2 г/л. Комбинация товарных и регенерированного сульфата железа и алюминия с полученным алюминатом натрия показало повышенную оптимальную дозу – 0,3 г/л. Наиболее эффективным оказался комбинированный коагулянт товарного сульфата железа и полученного алюмината натрия. Эффективность осветления воды составила 90%. Значения pH всех образцов осветленной воды лежит в пределах норм СанПиН 6,5–8,5. Значения сухого остатка и общей минерализации ниже норм ПДК (1000 мг/л) для всех образцов. Остаточное содержание железа и алюминия во всех пробах осветленной воды не превышало 0,1 мг/л, что также ниже норм ПДК для питьевой воды.

Выводы

Осадки коагуляции могут рассматриваться в качестве перспективных для получения/регенерации коагулянтов. Осветленная вода соответствует требованиям СанПиН к питьевой воде по сухому остатку, общей минерализации, рН, остаточному содержанию железа и алюминия. В качестве побочного продукта в процессе регенерации коагулянта образуется гипс. При условии образования около 500–600 т/год осадка коагуляции на небольшой ТЭЦ, объем образования гипса составит до 1000 т/год, который можно передавать на предприятия по производству строительных материалов.

Список использованной литературы

1. Романовский В.И. Проблемы утилизации отходов водоподготовки и очистки сточных вод в Беларуси / В.И. Романовский, А.А. Федоренчик, А.Д. Гуринович // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2(68). – С. 66–69.
2. Моняк Т.М. Анализ перспектив использования отходов гальванических производств / Т.М. Моняк, Л.В. Кульбицкая, В.И. Романовский // Строительство. Прикладные науки. Вестник полоцкого государственного университета. Серия F. – 2020. – № 16. – С. 96–100.
3. Икон А.В. Разделение отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей / А.В. Икон, В.И. Романовский // Экологические проблемы промышленных городов. 5-я Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Саратов: СГТУ, 2011. – 12–14 апреля. – Ч. 2. – С. 198–199.
4. Романовский В.И. Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.
5. Романовский В.И. Механохимическая переработка отходов ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2006. – № 14. – С. 89–91.
6. Петров О.А. Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки отходов в жидких средах / О.А. Петров, В.И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2 (92). – С. 82–84.

7. Романовский В.И. Распределение функциональных групп на поверхности и в объеме частиц отработанных ионитов в процессе механохимической деструкции / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Журнал прикладной химии. – 2012. – Т. 85. – № 3. – С. 395–401.

8. Романовский В.И. Сравнительная характеристика способов диспергирования отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, О.А. Петров // Труды БГТУ. Химия и технология орган. в-в. – 2011. – № 4(142). – С. 132–137.

9. Куличик Д.М. Кислотное выщелачивание железа из железосодержащих осадков станций обезжелезивания / Д.М. Куличик, В.И. Романовский, В.В. Лихавицкий // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 52–54.

10. Осинин М.С. Кислотное выщелачивание железа из осадков коагуляции природных вод / М.С. Осинин, В.И. Романовский, В.В. Лихавицкий, Е.В. Романовская // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 50–52.

УДК 371

КОАГУЛЯНТЫ ИЗ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

Осинин Максим Сергеевич, аспирант

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, e-mail:
crimsonklayd@gmail.com*

Аннотация. *Представлены результаты исследований по получению коагулянтов из осадков станций обезжелезивания подземных вод. Эффективность применения полученных коагулянтов сравнивалась с товарным сульфатом и хлоридом железа по ряду показателей.*

Ключевые слова: *осадок обезжелезивания, коагулянт.*

COAGULANTS FROM SEDIMENTS OF IRON REMOVAL STATIONS

Osinin M.S.

Belarusian National Technical University, Minsk

Annotation. *This article presents the results of studies on the production of coagulants from sediments from groundwater deferrization stations. The effectiveness*

of using the obtained coagulants was compared with commercial ferric sulfate and ferric chloride according to a number of indicators.

Keywords: deferrization sediment, coagulant.

Введение

Вовлечение отходов в хозяйственный оборот является актуальной задачей в системе минимизации образования отходов [1; 2]. При этом содержание ценных компонентов в отходах достигает высоких значений, значительно превышающих таковые в рудах [3–5]. Одними из перспективных являются металлсодержащие отходы различных производств [6–8].

В данной работе исследовали возможность получения коагулянтов из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания очистки подземных вод в процессе водоподготовки. Данные осадки содержат в своем составе до 61 мас.% железа, с примесью кальция, алюминия, марганца и кремния (табл. 1).

Таблица 1

Состав осадков промывки фильтров обезжелезивания

Источник образования отходов	Массовая доля элемента, %						
	O	Al	Si	P	Ca	Mn	Fe
Среднее значение	29,33	0,83	6,00	1,60	5,88	2,66	51,63
Стандартное отклонение	3,85	0,54	4,16	0,99	4,74	4,71	6,92

В данной работе проводили выщелачивание железа серной и соляной кислотой [9; 10]. Содержание железа в исходном осадке очистки промывных вод фильтров обезжелезивания составляло 38,41 мас.% (выбрали наименьшее содержание как наиболее прагматичный вариант). Содержание алюминия, кремния, кальция и марганца составляло 1,19, 17,45, 2,66, 1,01 мас.%, соответственно. Наличие высокого содержания кремния обусловлено пескованием скважины. Твердый остаток сернокислотного выщелачивания дополнительно к оксиду кремния дополнительно содержит дигидрат сульфата кальция. Эффективность коагуляции оценивали на модельных сточных водах содержащих взвешенные вещества (глина), табл. 2.

Таблица 2

**Сравнительный анализ эффективности использования регенерированных
коагулянтов**

Коагулянт	Сухой остаток, мг/л	TDS, мг/л	Оптимальная доза, г/л	Эффективность при оптимальной дозе, %	pH
Исходная вода:					
– г. Минск	526	244,8	–	–	7,54
– г. Брест	467	185,2	–	–	8,29
Fe ₂ (SO ₄) ₃	746,7	323,5	0,2	86,6±0,5	7,42
FeCl ₃	255,0	319,1	0,15	88,7±6,7	7,91
wFeOOH-Cl	685,0	309,8	0,25	93,3±2,2	7,64
wFeOOH-SO ₄	763,6	395,7	0,25	80,5±0,5	7,67

В табл. 2 приведены результаты сравнительного анализа эффективности использования полученных коагулянтов с товарными. Эффективность коагуляции сравнивалась по содержанию сухого остатка, общей минерализации (TDS), оптимальную дозу коагулянта определяли по результатам пробного коагулирования, pH очищенной воды, а также остаточного содержания железа. Эффективность коагуляции с использованием полученного коагулянта с помощью соляной кислоты оказалась на 4,6% выше, чем при использовании товарного хлорида железа. Эффективность коагуляции с использованием полученного хлорида железа из осадков обезжелезивания оказалась на 6,1% ниже, чем при использовании товарного сульфата железа. Оптимальная доза полученного хлорида железа составила 0,25 г/л, против 0,15 г/л для товарного, и 0,25 г/л для полученного сульфата железа против 0,2 г/л товарного. Значения pH всех образцов осветленной воды лежит в пределах норм СанПиН 6,5–8,5. Значения сухого остатка и общей минерализации ниже норм ПДК (1000 мг/л) для всех образцов. Остаточное содержание железа во всех пробах осветленной воды не превышало 0,1 мг/л, что также ниже норм ПДК для питьевой воды.

Выводы

Осадки очистки промывных вод фильтров обезжелезивания могут рассматриваться в качестве перспективных для получения коагулянтов. Осветленная вода соответствует требованиям СанПиН к питьевой воде по

сухому остатку, общей минерализации, pH, остаточному содержанию железа. В качестве побочного продукта в процессе регенерации коагулянта образуется преимущественно смесь гипса и оксида кремния.

Список использованной литературы

1. Романовский В.И. Проблемы утилизации отходов водоподготовки и очистки сточных вод в Беларуси / В.И. Романовский, А.А. Федоренчик, А.Д. Гуринович // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2(68). – С. 66–69.
2. Моняк Т.М. Анализ перспектив использования отходов гальванических производств / Т.М. Моняк, Л.В. Кульбицкая, В.И. Романовский // Строительство. Прикладные науки. Вестник полоцкого государственного университета. Серия F. – 2020. – № 16. – С. 96–100.
3. Икон А.В. Разделение отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей / А.В. Икон, В.И. Романовский // Экологические проблемы промышленных городов. 5-я Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Саратов: СГТУ, 2011. – 12–14 апреля. – Ч. 2. – С. 198–199.
4. Романовский В.И. Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.
5. Романовский В.И. Механохимическая переработка отходов ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2006. – № 14. – С. 89–91.
6. Петров О.А. Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки отходов в жидких средах / О.А. Петров, В.И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2015. – № 2(92). – С. 82–84.
7. Романовский В.И. Распределение функциональных групп на поверхности и в объеме частиц отработанных ионитов в процессе механохимической деструкции / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Журнал прикладной химии. – 2012. – Т. 85. – № 3. – С. 395–401.
8. Романовский В.И. Сравнительная характеристика способов диспергирования отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, О.А. Петров // Труды БГТУ. Химия и технология орган. в-в. – 2011. – № 4(142). – С. 132–137.

9. Куличик Д.М. Кислотное выщелачивание железа из железосодержащих осадков станций обезжелезивания / Д.М. Куличик, В.И. Романовский, В.В. Лихавицкий // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 52–54.

10. Осинин М.С. Кислотное выщелачивание железа из осадков коагуляции природных вод / М.С. Осинин, В.И. Романовский, В.В. Лихавицкий, Е.В. Романовская // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2.

УДК 504.062.2

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЛГИ

Поплавская Олеся Евгеньевна, студент,

Галимова Алина Раисовна, канд. хим. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: ARGalimova@kai.ru

Аннотация. Проведена оценка уровня загрязнения поверхностных вод р. Волга по содержанию общего железа, хлоридов, сульфатов и нитратов с использованием нормативов ПДК и региональных фоновых концентраций. Разработка региональных стандартов качества необходима для регулирования антропогенного воздействия на водные объекты, учитывая естественные антропогенные особенности состава поверхностных вод.

Ключевые слова: предельно допустимые концентрации, нормативы качества, региональные особенности

ASSESSMENT OF THE VOLGA POLLUTION LEVEL

Poplavskaya O.E., Galimova A.R.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupoleva – KAI,
Kazan*

Annotation. An assessment of the level of pollution of surface waters of the river was carried out. Volga for the content of total iron, chlorides, sulfates and

nitrates using MPC standards and regional background concentrations. The development of regional quality standards is necessary to regulate the anthropogenic impact on water bodies, taking into account the natural anthropogenic features of the composition of surface waters.

Keywords: *maximum permissible concentrations, quality standards, regional characteristics.*

Введение

Для нормативно-правовой оценки качества воды в Государственной системе наблюдений Росгидромета и других системах контроля используется ПДК загрязняющих веществ. В настоящее время используется более 1000 санитарно-гигиенических и более 1200 рыбохозяйственных нормативов ПДК для поверхностных природных вод. Но для природных вод хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения, которые находятся под непосредственным антропогенным влиянием, нет методов учета региональных особенностей, особенно для компонентов двойного генезиса ($\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), имеющих природные и антропогенные источники поступления. При оценке состава воды водных объектов необходимо учитывать природно-антропогенные особенности, преимущественно для компонентов природных вод исследуемых территорий, находящихся в повышенных или пониженных концентрациях в отношении к ПДК [1–4]. Понимание региональных аспектов при формировании состава воды с использованием современных методов химического анализа является необходимым условием достижения нормативного состава воды при регулировании качества вод водных объектов. Влияние антропогенных факторов на изменения компонентного состава главных ионов в поверхностные воды наиболее отчетливо проявляется на примере изменчивости максимального содержания хлоридов и сульфатов. Хлориды присутствуют практически во всех природных водах. В реках, озерах и водоемах их содержание варьируется в пределах от долей миллиграммов на литр. Иногда оно достигает десятков, сотен или тысяч

миллиграммов на литр. Хлориды являются преобладающим анионом в высокоминерализованных водах. Основными естественными источниками поступления хлоридов в природные воды являются: 1) вынос из почв и водовмещающих пород; 2) принос хлоридов ветром и атмосферными осадками из океана; 3) растворение солевой пыли, содержащейся в атмосфере. Хлориды относительно слабо подвержены ионному обмену, адсорбции и воздействию биологических факторов. Концентрации хлоридов и их колебания служат одним из критериев загрязненности поверхностных вод [5]. Содержание сульфатов нередко достигает значительно больших величин. Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одним из важнейших анионов. Главными природными источниками поступления сульфатов в поверхностные воды являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в основном гипса, а также окисления сульфидов и серы. В водах с большой минерализацией содержание ионов SO_4^{2-} обычно уступает Cl^- , но в большей части умеренно минерализованных и, особенно, в маломинерализованных водах они значительно преобладают. Анализ содержания указанных ионов в водных объектах РТ показал, что наблюдается тенденция колебания содержания хлоридов и сульфатов при увеличении степени загрязненности [6]. Международные требования ВОЗ, и нормативы американского Агентства USEPA и принятые в РФ значения ПДК устанавливают одни и те же величины в 0,30 мг/л, а ЕС-директива – более строгий норматив в 0,20 мг/л. Повышение содержания железа в воде, используемой для приготовления вод питьевого качества, значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус.

Нитраты в поверхностных сточных водах могут быть одной из главных проблем, поскольку они могут быть источником загрязнения водных экосистем и здоровья живых организмов. Основными источниками нитратов в поверхностных сточных водах могут быть сельскохозяйственные удобрения, отходы животноводства, а также антропогенное воздействие, например,

сточные воды из промышленных предприятий или городских стоков. Высокое содержание нитратов в сточных водах может вызывать размножение водорослей и других водных растений, что в свою очередь может вызвать дисбаланс в экосистеме водоемов, вследствие чего ухудшается качество воды. Кроме того, нитраты могут проникать в подземные водоносные слои, что также угрожает качеству питьевой воды.

Целью работы являлось определение состава природных вод реки Волга в районе г. Казани. Протяженность Волги на сегодняшний день – 3530 км, правда, некоторые специалисты утверждают, что длина Волги уменьшилась до 3430 км. Волга занимает 6 место по длине среди рек России и 16 место – среди рек всего земного шара, но превосходит по длине все реки мира, впадающие во внутренние водоемы. Средняя скорость течения невысокая – от 2 до 6 км/час.

Отбор проб проводился одновременно в различных местах, по требованиям ГОСТ Р 51592-2000 [6]. Определение железа общего проводилось в соответствии с ПНД Ф14.1:2:4.50-96 фотометрически [7]. Определение сульфатов в соответствии с ГОСТ 31940-2012 [8], определение хлоридов в соответствии с ГОСТ 51232-98 [9], определение нитратов в соответствии с ГОСТ 33045-2014 [10].

Получены результаты, которые сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого назначения [11], а также с региональными фоновыми концентрациями, полученные в работе [12], которые обоснованы для использования в качестве пороговых.

Таблица 1

Значения концентраций химических веществ в воде

Типы концентраций	Fe ²⁺ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Cl ⁻ мг/л	NO ₃ ⁻ мг/л
Концентрация ср.	0,23	40	3	0,078
Фон	0,143	173	19,7	7,3
ПДКр/х	0,3	500	350	45

Для оценки качества водных объектов используется индекс загрязнения воды (ИЗВ). ИЗВ относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по ограниченному числу компонентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); n – число показателей, используемых для расчета индекса; ПДК_i – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Результаты:

$$\text{ИЗВ}_{\text{ПДК}} = 0,21$$

$$\text{ИЗВ}_{\text{фон}} = 0,5$$

Согласно полученным результатам, интегральный показатель, рассчитанный по фоновым концентрациям, указывает на большее загрязнение, чем результаты, полученные по значениям ПДК. Это объясняется тем, что при оценке по фоновым значениям фиксируются отклонения, нехарактерные для того или иного типа вод, для которых эти фоновые значения установлены.

Список использованной литературы

1. Мусихина Т.А., Черезова Л.М. Недостатки нормативов для оценки качества водных объектов по химическим показателям // Использование и охрана водных ресурсов. – 2009. – № 3. – С. 17–19.
2. Банникова О.А., Бычкова Е.Н. К вопросу об установлении региональных нормативов качества воды // Водное хозяйство России. – 2011. – № 6. – С. 54–68.

3. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения (утверждены Приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695).

4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 7 (163). – С. 26–29.

5. Захаров С.Д., Жданова Г.Н., Исмаилова Р.Н., Кондратьева Т.А. К вопросу о региональных особенностях качества водных объектов на территории Республики Татарстан // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 11. – С. 45–49.

6. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000. – 48 с.

7. ПНД Ф14.1:2:4.50-96. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом. – М., 1996.

8. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов, 2012.

9. ГОСТ Р 51232-98. Группа Н08. Государственный стандарт Российской Федерации вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества Drinking water, 1999.

10. ГОСТ 18309-2014. Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ. – М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.

11. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с Поправками).

12. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. – 152 с.

13. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Байбакова Е.В., Валиев В.С. Методология определения региональных пороговых концентраций для расчёта нормативов допустимого сброса жидких производственных отходов в поверхностные воды // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 4. – С. 28–33.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Радченко Елена Сергеевна, студент,

Мальцева Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail:*

smaltseva16@yandex.ru

Аннотация. *Предложено осадки сточных вод обезвоживать для подготовки к утилизации осадков с получением товарной продукции. Приведено обоснование технико-экономической эффективности от внедрения системы обезвоживания с использованием осадительной горизонтальной центрифуги.*

Ключевые слова: *осадки сточных вод, обезвоживание осадков.*

FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF WASTEWATER SLUDGE DEWATERING SYSTEM

Radchenko E.S., Maltseva S.A.

Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev – KAI, Kazan

Annotation. *It is proposed to dewater sewage sludge in order to prepare for the disposal of precipitation to obtain marketable products. The substantiation of the technical and economic efficiency of the introduction of a dewatering system using a sedimentation horizontal centrifuge is given.*

Keywords: *sewage sludge, sludge dehydration.*

Введение

Федеральный закон от 07.12.2011 № 416 «О водоснабжении и водоотведении» обязует промышленные объекты использовать очистные сооружения для минимизации негативного влияния стоков [1].

Для очистки сточных вод химического предприятия предложена биохимическая очистка сточных вод. В результате биохимической очистки сточных вод химического предприятия происходит эффективная деструкция загрязняющих соединений, но вместе с тем образуется отработанный и избыточный активный ил (далее – ИАИ), который предложено утилизировать. На рис. 1 представлена схема биохимической очистки сточных вод.

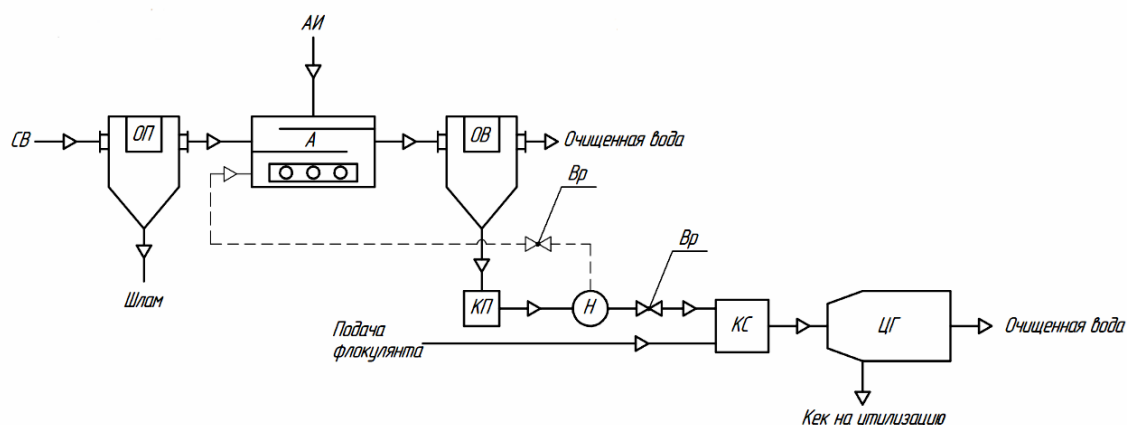


Рис. 1. Технологическая схема биохимической очистки: СВ – сточные воде; ОП – отстойник первичный; АИ – активный ил; А – аэротенк; ОВ – отстойник вторичный; КП – камера приемная; Н – насос; Вр – вентиль регулировочный; КС – камера смесительная; ЦГ – центрифуга горизонтальная

Загрязненные сточные воды (далее – СВ) поступают в первичный отстойник, где происходит осаждение твердой нерастворимой фракции. Затем загрязненные СВ и активный ил (далее – АИ) поступают в аэротенк с системой механической аэрации. Поступившие в аэротенк вещества смешиваются, аэрируются, то есть происходит разрушение токсичных загрязняющих веществ микроорганизмами АИ.

Далее образованная иловая смесь поступает во вторичный отстойник, в котором происходит разделение: очищенная вода уходит на дальнейшие технологические нужды, а осажденная суспензия в виде избыточного и отработанного активного ила поступает в приемную камеру, из которой часть возвратного ила поступает снова в аэротенк. Из приемной камеры с помощью насоса суспензия поступает в смесительную камеру, в которую также

направлен флокулянт *PRAESTOL 851BC* для лучшего осаждения твердых частиц суспензии.

Затем смесь ИАИ и флокулянта поступает в горизонтальную центрифугу, в которой происходит разделение воды и суспензии. Очищенная в центрифуге вода используется в других технологических процессах предприятия. Осажденная на центрифуге суспензия – кек передается на дальнейшую утилизацию.

Технико-экономическое обоснование внедрения системы обезвоживания осадков сточных вод проводилось на основании соответствующего документа [2] и по следующим исходным данным:

- количество избыточного активного ила, поступающего на поля фильтрации/поля орошения до внедрения системы обезвоживания: 6 т/год;
- количество избыточного активного ила после внедрения системы обезвоживания: 1,2 т/год.

1. Расчет стоимости оборудования и необходимых реагентов.

Данные по затратам на стационарное оборудование приведены в табл. 1.

Таблица 1

Затраты на стационарное оборудование

№ п/п	Наименование покупных элементов оборудования	Количество, шт.	Цена за 1 шт., руб.	Амортизационные исчисления, руб./год	Общая сумма, руб.
1	Декантер	1	700000	70000	770000
2	Насос	1	90000	9000	99000
3	Резервуар для хранения флокулянта	1	45000	4500	49500
Итого:					918500

В табл. 2 представлены затраты на требуемый для обезвоживания объем флокулянта.

Таблица 2

Затраты на флокулянт Praestol 851BC

Наименование флокулянта	Требуемое количество, кг/год	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб./год
Praestol 851BC	25	600	15000

2. Эксплуатационные расходы.

Энергетические затраты включают расход электроэнергии, при работе насосной станции, декантера и системы перемешивания флокулянта (табл. 3).

Заработная плата двух сотрудников, отвечающих за обслуживание системы обезвоживания: 600000 руб./год.

Таблица 3

Расход электроэнергии

№ п/п	Наименование электрооборудования	Мощность, кВт	Время работы, час/год	Стоимость электроэнергии, руб./год
1	Декантер	12	8760	491962
2	Насос	2	8760	41000
3	Система перемешивания в резервуаре для хранения флокулянта	1	8760	20500
Итого:				512462

3. Плата за размещение отхода.

К отходам данной технологической линии относится отработанный активный ил, который не направляется на регенерацию (табл. 4).

Таблица 4

Плата за размещение отхода

№ п/п	Наименование отхода	Код по ФККО	Класс опасности для окружающей среды	Фактически находилось на отчетный период, т	Норматив платы за размещение отходов	Сумма платы за размещение отходов, руб.
1	Отходы (осадок) механической и биологической очистки сточных вод производств фенолов	<u>3132491139</u> <u>3</u>	3	1,5	1327	1048800

4. Плата за негативное воздействие.

Размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. Размеры

ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов без обезвоживания:

$$П = \sum_{i=1}^n (H_{p(i)} \cdot M_{(i)} \cdot K_{э(i)} \cdot 25 \cdot K_v, \quad (1)$$

$$П_1 = 4000 \cdot 6 \cdot 1,9 \cdot 25 \cdot 4,6 = 5244000 \text{ руб.}$$

После обезвоживания:

$$П_2 = 4000 \cdot 1,2 \cdot 1,9 \cdot 25 \cdot 4,6 = 1048800 \text{ руб.}$$

5. Приведенные затраты на осуществление природоохранных мероприятий:

$$Пп = C + K \cdot E_n, \quad (2)$$

где C – текущие (годовые) эксплуатационные затраты, руб./год; K – капитальные затраты на оборудование, руб.; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в природоохранные объекты, $E_n = 0,16$;

$$Пп = 15000 + 512463 + 1048800 + 600000 + 918500 \cdot 0,16 = 2323223 \text{ руб.}$$

6. Экономическая эффективность

Расчет эффективности природоохранных мероприятий можно произвести по формуле:

$$E = \frac{\sum \Delta}{Пп}, \quad (3)$$

где $\sum \Delta$ – суммарный годовой эффект от проведения водоохранных мероприятий:

$$\sum \Delta = 5244000 - 1048800 = 4195200 \text{ руб.}$$

$$E = \frac{4195200}{2323223} = 1,8.$$

Выводы

Согласно расчетным данным, экономическая эффективность от внедрения предлагаемой системы обезвоживания с использованием

осадительной горизонтальной центрифуги и флокулянта Praestol 851BC составляет 1,8: на каждый затраченный 1 руб. выгода составляет 0,8 руб.

Список использованной литературы

1. Российская Федерация. Федеральный закон. О водоснабжении и водоотведении: Федеральный закон № 416-ФЗ [принят Государственной Думой 23 ноября 2011 года: одобрен Советом Федерации 29 декабря 2011 года]. – М.: Кремль, 2011. – 98 с.

2. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. Письмо. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами: Письмо № 04-25/61-5678. – М., 1993. – 35 с.

УДК 66-96

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ДЕКСТРИНА

Рябова Виолетта Дмитриевна, аспирант,

Черезова Елена Николаевна, д-р хим. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный технологический университет»,

г. Казань, e-mail: cherezova59@mail.ru

Аннотация. Изучены свойства композиций на основе декстрина. Проведены эксперименты по изучению физико-механических характеристик полученных пленок. Выявлено, что такие модификаторы, как хитозан и альгинат натрия, оказывают различное влияние на свойства пленок на основе декстрина в зависимости от их концентрации.

Ключевые слова: декстрин, хитозан, альгинат натрия.

EFFECT OF NATURAL POLYMER MODIFIERS ON THE PROPERTIES OF BIODEGRADABLE DEXTRIN-BASED POLYMER FILMS FOR PACKAGING APPLICATIONS

Ryabova V.D., Cherezova E.N.

Kazan National Research University, Kazan

Annotation. *The properties of compositions based on dextrin have been studied. Experiments were carried out to study the physical and mechanical characteristics of the resulting films. It was revealed that modifiers such as chitosan and sodium alginate have different effects on the properties of dextrin-based films depending on their concentration.*

Key words: *dextrin, chitosan, sodium alginate.*

Введение

Для мульчирования почвы в сельском хозяйстве широко используют спанбонд и др. агроткани, которые производят на основе полипропиленовых нитей. Такие мульчирующие материалы уменьшают испарение воды из почвы, позволяют значительно сократить количество поливов за сезон. Однако синтетические полимеры не поддаются биологическому разложению, накапливаются в почве, а продукты их ассимиляции приводят к загрязнению окружающей среды [1; 2].

Одним из перспективных направлений современного производства мульчирующих пленок, направленных на решение проблемы снижения экологической нагрузки на природную среду, являются создание биоразлагаемых полимерных материалов, которые способны разлагаться на углекислый газ, воду или биомассу, в которой преобладающим механизмом является ферментативное действие микроорганизмов [3].

Биоразлагаемые пленки должны комбинировать в себе наряду со способностью к биоразложению, такие свойств, как механическая прочность, газо- и влагонепроницаемость и др.

Анализ литературных данных показал, что такие полимерные композиты могут быть получены из растительных полимеров, таких как полисахариды (например, крахмал, целлюлоза, лигнин и хитин), белки (например, желатин, казеин, пшеничный глютен, шелк и шерсть), липиды (например, растительных масел и животных жиров).

Особый интерес представляют продукты обработки крахмала – декстрины, получаемые термической обработкой различных видов крахмалов. Вследствие относительно невысокой вязкости растворов из них легко формируются пленки методом полива, высыхающие за короткий срок [4]. Однако свойства декстриновых пленок не удовлетворяют потребителей по способности к растяжению и прочности.

Целью данного исследования является улучшение свойств полимерных пленок на основе декстрина путем использования безопасных природных полимерных модификаторов.

В качестве модификаторов использовали хитозан и альгинат натрия (АН).

Для определения влияния соотношения компонентов в композите варьировалось количество природных полимеров (АН и хитозана), пластификатора (глицерина), а также природного наполнителя класса слоистых силикатов (талька).

Опытные пленки получали через стадию клейстеризации (70–90°C) методом полива с последующей сушкой. Физико-механические характеристики пленок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние хитозана и альгината натрия на физико-механические свойства декстриновых композиций

Состав компонентов, масс.ч.							δ_p , МПа	ε_p , %	E, МПа
Декстрин	Глицерин	Вода	Хитозан	*МК	АН	Тальк			
100	40	200	–	–	–	0,2	3,2	14,6	78,5
100	40	200	0,2	0,7	–	0,2	2,9	22,5	106
100	40	200	0,3	0,7	–	0,2	2,5	29,3	94
100	40	200	0,4	0,7	–	0,2	2,5	37,2	85
100	40	200	–	–	0,5	0,2	5,7	14,1	145
100	40	200	–	–	1	0,2	5,9	8,6	148

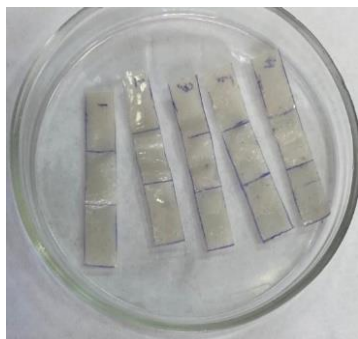
100	40	200	–	–	2	0,2	6,4	7,7	150
100	40	200	–	–	3	0,2	7,5	7,3	196
100	40	200	0,4	0,7	1	0,2	4,9	21,4	141

*МК – молочная кислота.

Включение в состав исходной композиции хитозана позволило увеличить относительное удлинение пленок более, чем в 2 раза (до 37,2%). Использование в качестве модификатора альгината натрия (АН) в количестве более 1% привело к снижению относительного удлинения, при этом условная прочность пленок при растяжении повышалась до 7,5 МПа.

При совместном введении в композиции хитозана с АН получены достаточно высокопрочные пленки, обладающие эластическими свойствами.

Исследуемые пленки погружали во влажную среду на 7 суток. По окончании эксперимента было обнаружено, что пленки, модифицированные альгинатом натрия в ряде случаев (при введении АН более 0,5 масс.ч) растрескивались, а пленки, содержащие хитозан и композицию хитозан с АН, видимых изменений не имели (рис. 1), сохраняли первоначальную форму.



а)



б)



в)

Рис. 1. Фотографии декстриновых пленок после выдерживания во влажной среде с содержанием модификаторов: а) 0,4 масс.ч. хитозана; б) 1 масс.ч. АН; в) 0,4 масс.ч. хитозана и 1 масс.ч. АН

Прочность пленок, модифицированных АН, после выдержки во влажной среде в течение 7 суток снижалась в 2 раза, относительное удлинение образцов

закономерно увеличивалось в 1,5 раза. По-видимому, АН частично мигрировал из пленки.

Прочность пленок, модифицированных хитозаном после выдержки во влажной среде в течение 7 суток, увеличивалась в 1,5 раза при снижении относительного удлинения образцов в 2 раза (табл. 2). Вероятно, хитозан в условиях высокой влажности образует комплексы с гидроксилсодержащими полимерами [5].

Прочность пленок, модифицированных смесью хитозана с АН, увеличивалась 1,2 раза, относительное удлинение образцов снижалось в 1,5 раза (табл. 2). Такой эффект можно связать с полиэлектролитной природой хитозана и АН, что обеспечивает возможность их кооперативного взаимодействия в водных растворах с образованием полиэлектролитных комплексов [6].

Таблица 2

Физико-механические свойства декстриновых композиций после выдержки во влажной среде в течение 7 суток

Количество модификаторов, масс.ч. на 100 масс.ч. декстрина		δ_p , МПа	ϵ_p , %	Е, МПа
Хитозан	АН			
—	1	2,4	19,4	14,1
0,4	—	3,4	19,7	15,1
0,4	1	5,9	18,5	8,5

Выводы

Установлено, что модифицирование пленочных материалов на основе декстрина хитозаном и альгинатом натрия способствует улучшению физико-механических свойств, гидрофобности пленок.

Список использованной литературы

1. Полимеры: на свалке истории или на обычной свалке [Электронный ресурс]. – <http://www.rbcdaily.ru/industry/-opinion/56294998-4131592>.

2. Легонькова О.А. Сможет ли биотехнология помочь окружающей среде? / О.А. Легонькова // Тара и упаковка. – 2010. – № 4. – С. 18.

3. Разработка новых приемов создания экологически безопасного материала на основе растительного сырья и отходов сахараперерабатывающей промышленности [Электронный ресурс]. – <https://apknet.ru/razrabotka-novykh-priemov-sozdaniya-ek/>.

4. Общие понятия о крахмале [Электронный ресурс]. – <https://starchunion.com/obshhie-ponyatiya/>.

5. Иощенко Ю.П. Получение и исследование полимерных комплексов хитозана с белками и гидроксилсодержащими полимерами / Ю.П. Иощенко, В.Ф. Каблов, Г.Е. Заиков, Х.С. Абзальдинов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 2. – С. 106–113.

6. Шилова С.В. Микросферы альгината кальция, модифицированные хитозаном, для иммобилизации цефотаксима / С.В. Шилова, Г.М. Миргалеев, В.П. Барабанов // Журнал прикладной химии. – 2022. – Т. 95. – Вып. 3. – С. 353–359.

УДК 504.062.2

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ КАЗАНКИ

Сагадиева Арина Рустамовна, студент,

Галимова Алина Раисовна, канд. хим. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: ARGalimova@kai.ru

Аннотация. В условиях высокого уровня антропогенной нагрузки на водные элементы оценка качества вод является одним из важнейших факторов обеспечения экологической безопасности территории и населения. Исследованы поверхностные воды р. Казанки на содержание общего железа, хлоридов, сульфатов, фосфатов и нитратов. Согласно полученным результатам проведена оценка уровня загрязнения р. Казанки с использованием нормативов ПДК и предлагаемых для использования в нормировании региональных фоновых концентраций.

Ключевые слова: *нормативы качества, комплексные показатели, индекс загрязненности вод, фоновые концентрации, поверхностные воды, нитраты, фосфаты.*

STUDY OF NITRATE CONTENT IN KAZANKA RIVER

Sagadieva A. R., Galimova A. R.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

Annotation. *In conditions of a high level of anthropogenic load on water elements, water quality assessment is one of the most important factors for ensuring the environmental safety of the territory and the population. Surface waters of the Kazanka River were studied for the content of total iron, chlorides, sulfates, phosphates and nitrates. I agree with the results obtained, an assessment of the level of pollution of the Kazanka River was carried out using the MPC standards and the regional background concentrations proposed for use in rationing.*

Keywords: *quality standards, complex indicators, water pollution index, background concentrations, surface water, nitrates, phosphates.*

Введение

Загрязнение водного объекта чаще всего оценивается на основе установления кратности превышения фактических концентраций отдельных элементов и веществ к их ПДК. Однако они не учитывают региональных особенностей формирования фоновых содержаний загрязняющих веществ [1; 2]. Согласно п. 7 «Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения» (приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695), при нормировании для водных объектов данного типа водопользования необходимо учитывать природные особенности водных объектов [3]. Но для природных поверхностных вод культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения, страдающих от воздействия деятельности человека, не разработаны

подходы для учета природно-антропогенных особенностей, особенно для компонентов двойного генезиса ($\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), имеющих и природные, и антропогенные источники поступления [1; 2]. С целью адекватной оценки состава воды водных объектов необходим учет природно-антропогенных особенностей, преимущественно для компонентов, встречающихся в природных водах исследуемых территорий в повышенных или пониженных концентрациях. Комплексные показатели качества воды должны обеспечить возможность единой оценки и сравнения чистоты вод в разных пунктах и в различные моменты времени, а также возможность выявления веществ, вносящих основной вклад в общее загрязнение воды [4; 5]. Вклад единичных загрязняющих веществ в общую загрязненность воды в действительных условиях может устанавливаться либо высокими концентрациями, наблюдаемыми в течение короткого интервала времени, либо низкими концентрациями в течение длительного периода, либо иными возможными комбинациями рассматриваемых факторов оценки, учет которых должен вестись не параллельно по двум самостоятельным характеристикам, а одновременно – через общий показатель.

Большой вклад антропогенного вмешательства в изменение компонентного состава основных ионов в неглубоких водах более четко выражается на примере изменчивости наибольших концентраций хлоридов и сульфатов. Хлориды являются преобладающим анионом в высокоминерализованных водах. Хлорид-ионы обладают высокой миграционной способностью, определяемой физико-химическими константами данного иона и условиями среды, в которой происходит миграция: они не образуют труднорастворимых минералов, не адсорбируются коллоидными системами, не накапливаются биогенным путем. Концентрации хлоридов и их колебания служат одним из критериев загрязненности поверхностных вод. Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. При увеличении минерализации сульфатные

ионы склонны к образованию устойчивых соединений CaSO_4 , MgSO_4 . Анализ содержания указанных ионов в водных объектах РТ показал, что наблюдается тенденция колебания содержания хлоридов и сульфатов при увеличении степени загрязненности [6]. Повышение содержания железа в природных водах значительно ухудшает органолептические свойства воды. Повышенная концентрация нитратов может свидетельствовать об имевшем место в предшествующий период фекальными загрязнениями водоема. Повышенное содержание нитратов в поверхностных водоемах ведет к их зарастанию, азот, как биогенный элемент, способствует росту водорослей и бактерий. Это называется процессом эвтрофикации. Процесс этот весьма опасен для водоемов, так как последующее разложение биомассы растений израсходует весь кислород в воде, что, в свою очередь, приведет к гибели фауны водоема.

Целью работы являлось определение состава природных вод водного объекта реки Казанки. Река Казанка является 62-м притоком р. Волги, впадает в Волгу на 1825-м км от устья у г. Казани. Казанка является памятником природы. Длина реки составляет 142 километра. Площадь водосбора – 2600 квадратных километров, большая часть его территории занята культурными посадками. Вдоль Казанки установлена водоохранная зона шириной 300 метров. Дно русла известковое, вследствие чего вода жесткая, насыщена сернокислой известью и непригодна для домашнего употребления. Что касается антропогенного влияния, река истощается и загрязняется в результате сельскохозяйственной деятельности (верховье), животноводства, несоблюдения природоохранных зон, особенно для притоков. Поэтому в притоки поступают биогенные, органические и взвешенные вещества, аккумулирующиеся в нижнем течении.

Методы исследований. Отбор проб природных вод проводился в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 [7]. Определение железа общего проводилось в соответствии с ПНД Ф14.1:2:4.50-96 фотометрически, сульфатов – в соответствии с ГОСТ 31940-2012, хлоридов – в соответствии с ГОСТ 51232-98,

фосфатов-ионов – по ГОСТ 18309-2014, нитратов – фотометрически с использованием салицилата натрия (метод Д) по ГОСТ 33045-2014.

Результаты измерений, которые сравнивались (табл. 1) с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) химических веществ водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [8], а также с региональными фоновыми концентрациями, полученными в работе [10], которые обоснованы для использования в качестве пороговых.

Таблица 1

Результаты измерений и пороговые концентрации исследуемых компонентов

Типы концентраций	Fe ²⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л
Концентрация ср	0,33	300	75	0,18	0,267
Фон	0,079	301	18,0	0,284	5,66
ПДКр/х	0,3	500	350	3,5	45

Методика оценки качества водных объектов основана на расчёте индекса загрязнения воды (ИЗВ). ИЗВ относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Данный индекс является стандартным аддитивным коэффициентом и выражает среднюю долю превышения ПДК по ограниченному числу компонентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); n – число показателей, используемых для расчета индекса; ПДК_i – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Получены результаты: $\text{ИЗВ}_{\text{ПДК}} = 0,39$; $\text{ИЗВ}_{\text{фон}} = 2,0$.

Выводы

Согласно полученным результатам, интегральный показатель, рассчитанный по фоновым концентрациям, указывает на большее загрязнение, чем результаты, полученные по значениям ПДК. Это объясняется тем, что при

оценке по фоновым значениям фиксируются природно-антропогенные отклонения, нехарактерные для того или иного типа вод, для которых эти фоновые значения установлены.

Список использованной литературы

1. Мусихина Т.А., Черезова Л.М. Недостатки нормативов для оценки качества водных объектов по химическим показателям // Использование и охрана водных ресурсов. – 2009. – № 3. – С. 17–19.
2. Банникова О.А., Бычкова Е.Н. К вопросу об установлении региональных нормативов качества воды // Водное хозяйство России. – 2011. – № 6. – С. 54–68.
3. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения (утверждены Приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695).
4. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А. Разработка управляющих воздействий для систем принятия решений на основании уровня экологического вероятностного риска // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – № 4–1. – С. 271–277.
5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 7 (163). – С. 26–29.
6. Захаров С.Д., Жданова Г.Н., Исмаилова Р.Н., Кондратьева Т.А. К вопросу о региональных особенностях качества водных объектов на территории Республики Татарстан // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 11. – С. 45–49.
7. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000. – 48 с.
8. ПНД Ф14.1:2:4.50-96. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом. – М., 1996.
9. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. – 152 с.

10. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Байбакова Е.В., Валиев В.С. Методология определения региональных пороговых концентраций для расчёта нормативов допустимого сброса жидких производственных отходов в поверхностные воды // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 4. – С. 28–33.

11. «Современное Экологическое состояние города Казань» [Электронный ресурс]. – <https://www.referat911.ru/Ekologiya/sovremennoe-jekologicheskoe-sostoyanie-goroda-kazan/306671-2676787-place2.html> (дата обращения: 21.09.2023).

12. «Река Казанка – главная природная достопримечательность Казани» [Электронный ресурс]. – <https://eco-turizm.net/2254-reka-kazanka-glavnaya-prirodnaya-dostoprimechatelnost-kazani.html> (дата обращения: 01.10.2023).

УДК 504.455

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОЗЕРА НИЖНИЙ КАБАН В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Селедкина Виктория Алексеевна, студент,

Галимова Алина Раисовна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail: argalimova@kai.ru*

Аннотация. Способы учета региональных особенностей в составе поверхностных вод является важным фактором в обеспечении экологической безопасности территорий. В исследовании был проведен анализ уровня загрязнения поверхностных вод озера Нижний Кабан в г. Казани, с учетом содержания значимых компонентов. Для этого использовались региональные фоновые концентрации, установленные для данной местности.

Ключевые слова: нормативы качества, предельно допустимая концентрация, экологическая безопасность, антропогенное воздействие, загрязняющие вещества, качество вод.

ASSESSMENT OF THE POLLUTION LEVEL OF LAKE NIZHNIY KABAN IN THE CITY OF KAZAN

Seledkina V.A, Galimova A.R.

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI

Annotation. *The ability to take into account regional identity in the composition of surface waters is a condition for ensuring the special security of the territory. During the training, an analysis of the level of pollution of surface waters of Lake Nizhny Kaban in Kazan was carried out, taking into account the content of significant components. For this purpose, regional regional territories are established for a given region.*

Key words: *quality standards, maximum permissible concentration, environmental safety, anthropogenic impact, pollutants, water quality.*

Введение

Основным стандартом качества, определяющим допустимые уровни загрязнения в водных ресурсах, являются предельно допустимые концентрации [1]. Эти нормативы устанавливаются на основе исследований биологических объектов в определенных стандартизированных условиях. Однако для многих компонентов фоновое содержание в природных водах может превышать установленные предельно допустимые концентрации. Например, содержание железа и марганца во многих речных бассейнах России значительно выше уровней, установленных для рыбохозяйственного и санитарно-гигиенического использования.

В создании нормативов качества для водных объектов, имеющих значение для рыбного хозяйства, важно учитывать природные особенности этих объектов, как предписано в пункте 7 «Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения» [2]. Существуют альтернативные подходы к регулированию, включая региональные стандарты качества воды, которые призваны, в некоторой степени, устранять эти недостатки. В таких ситуациях особенно

важно разработать региональные стандарты для водоемов, где концентрации различных компонентов значительно отличаются от установленных на федеральном уровне предельно допустимых значений.

В природных водах содержание различных компонентов подвержено как естественным, так и антропогенным колебаниям в течение года. Например, концентрации хлоридов и их изменения являются одним из основных критериев для оценки степени загрязнения поверхностных вод. Также сульфаты присутствуют практически во всех видах поверхностных вод и играют важную роль среди анионов. При увеличении минерализации воды сульфатные ионы могут образовывать устойчивые соединения, такие как CaSO_4 и MgSO_4 .

Анализ содержания этих ионов в водоемах Республики Татарстан показал, что при повышенной степени загрязнения наблюдается изменчивость содержания хлоридов и сульфатов. Более того, повышенное содержание железа в природных водах может значительно ухудшать их органолептические свойства [3–7].

Кроме того, важно отметить, что среди азотсодержащих соединений нитраты и нитриты также играют существенную роль в оценке качества воды. Например, повышенные концентрации нитратов и нитритов могут быть связаны с антропогенным воздействием, таким как использование удобрений в сельском хозяйстве и загрязнение сточными водами. Их анализ вместе с другими компонентами важен для полного понимания качества воды в регионе и разработки соответствующих стандартов для его контроля и регулирования.

Целью данного исследования являлось изучение состава природных вод озера Нижний Кабан, входящего в систему озер, расположенных в пределах города Казани, Республика Татарстан. Эта система озер является крупнейшей на территории региона и состоит из трех водоемов, протянувшихся с севера на юг: Ближний (Нижний) Кабан, Средний Кабан и Верхний (Дальний) Кабан. Образование этих озер связано с особенностями ландшафта и карстовыми

процессами, которые привели к образованию озер на месте старого изгиба реки Волги.

Озеро Нижний (Ближний) Кабан, помимо своего географического и исторического значения, играет важную роль в экологической системе региона. Его воды служат местом обитания для множества видов рыб и других водных организмов, а также являются источником питьевой воды для местного населения. Однако в связи с антропогенной деятельностью, такой как загрязнение сточными водами и промышленными выбросами, экологическое состояние озера может быть подвержено риску. Исследование состава воды Нижнего Кабана имеет важное значение для мониторинга его экологического состояния и принятия мер по его охране и восстановлению.

Методы исследования

Для изучения концентрации ключевых компонентов, таких как хлориды, сульфаты и общее железо, забор пробы воды из озера Нижний Кабан осуществлялся согласно протоколу [8]. Анализ общего содержания железа проводился методом фотометрии в соответствии с ПНД Ф14.1:2:4.50-96, а содержание сульфатов и хлоридов определялось в соответствии с соответствующими стандартами – ГОСТ 31940-2012 и ГОСТ 51232-98, соответственно. А нитраты определялись фотометрически с использованием салициловокислого калия по методике «Д» ГОСТа 33045-2014.

Результаты

Результаты анализов (табл. 1) сравнивались с ПДК химических компонентов в водоемах, которые относятся к культурнобытовому водопользованию [9], и региональными фоновыми концентрациями, которые были определены в работе [10].

Таблица 1

Результаты анализа пробы воды и фоновые показатели

Типы концентраций	Fe ²⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л
Концентрация	1	150	350	0,30
ПДК _{р/х}	0,3	500	350	0,08
Фон	0,082	391	21,3	0,072

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) представляет собой широко используемый показатель для оценки качества водных объектов. Этот индекс включает в себя совокупное превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по ограниченному набору компонентов, используемых для оценки загрязнения воды. Он представляет собой типичный аддитивный коэффициент, который позволяет оценить степень загрязнения воды путем усреднения превышений ПДК для каждого компонента. Иными словами, ИЗВ выражает среднюю долю превышения ПДК для определенного набора загрязняющих веществ в воде. Использование такого индекса облегчает анализ и мониторинг качества водных ресурсов, позволяя быстро выявлять и оценивать уровень загрязнения и его воздействие на окружающую среду, и здоровье человека.

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра); n – число показателей, используемых для расчета индекса; ПДК_i – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Получены результаты: $\text{ИЗВ}_{\text{пдк}} = 2,075$; $\text{ИЗВ}_{\text{фон}} = 8,295$.

Выводы

Исходя из полученных результатов, различие между интегральным показателем, рассчитанным по фоновым значениям, и ИЗВ, рассчитанным по значениям ПДК, может быть объяснено несколькими факторами. Во-первых, при оценке по фоновым значениям могут фиксироваться отклонения, которые не характерны для конкретного типа воды, для которого установлены эти фоновые значения. Например, некоторые водоемы могут иметь естественно повышенные уровни определенных загрязнителей из-за геологических особенностей или природных процессов, что может привести к искажению реальной картины загрязнения.

Кроме того, интегральный показатель, рассчитанный по фоновым значениям, может отражать общее состояние водоема, включая как

естественные факторы, такие как геология и климат, так и антропогенные воздействия. В то время как ИЗВ, рассчитанный по значениям ПДК, сконцентрирован на отслеживании превышений нормативов для конкретных загрязнителей, которые могут иметь более непосредственное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Список использованной литературы

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003. –152 с.
2. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения (утверждены приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695).
3. Мусихина Т.А. Недостатки нормативов для оценки качества водных объектов по химическим показателям / Т.А. Мусихина, Л.М. Черезова // Использование и охрана водных ресурсов, 2009. – № 3. – С. 17–19.
4. Банникова О.А. К вопросу об установлении региональных нормативов качества воды / О.А. Банникова, Е.Н. Бычкова // Водное хозяйство России. – 2011. – № 6. – С. 54–68.
5. Тунакова Ю.А. Разработка управляющих воздействий для систем принятия решений на основании уровня экологического вероятностного риска / Ю.А. Тунакова, С.В. Новикова, Р.А. Шагидуллина // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2012. – № 4–1. – С. 271–277.
6. Тунакова Ю.А. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах / Ю.А. Тунакова, Р.А. Шагидуллина, С.В. Новикова, В.С. Валиев // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 7 (163). – С. 26–29.
7. Захаров С.Д. К вопросу о региональных особенностях качества водных объектов на территории Республики Татарстан / С.Д. Захаров, Г.Н. Жданова, Р.Н. Исмаилова, Т.А. Кондратьева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 11. – С. 45–49.
8. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000. – 48 с.

9. ПНД Ф14.1:2:4.50-96. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом. – М., 1996

10. Тунакова Ю.А. Методология определения региональных пороговых концентраций для расчета нормативов допустимого сброса жидких производственных отходов в поверхностные воды / Ю.А. Тунакова, С.В. Новикова, Е.В. Байбакова, В.С. Валиев // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 4. – С. 28–33.

УДК 528.365

ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА

Тунакова Юлия Алексеевна, д-р хим. наук, профессор,

Габдрахманова Гульнара Наилевна, канд. хим. наук, ст. преп.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, juliaprof@mail.ru,

Валиев Всеволод Сергеевич, ст. науч. сотр-к

*ГБУ Институт проблем экологии и недропользования Академии наук РТ,
г. Казань*

Аннотация. Цеолиты находят широкое применение в качестве материалов для очистки техногенных и природных вод от ионов металлов. Но для повышения ионообменных и сорбционных свойств цеолитов необходимо проведение их модификации. Показано, что кислотная модификация значительно увеличивает сорбционную емкость исследуемой цеолитсодержащей породы Татарско-Шатрашанского месторождения. Получены значения сорбционной емкости модифицированного цеолита в отношении Cu(II) , Mn(II) , Cr(VI) , Zn(II) из комбинированного раствора.

Ключевые слова: цеолит, модификация, ионы металлов, процесс адсорбции, очистка вод.

ASSESSMENT OF SORPTION CHARACTERISTICS OF NATURAL ZEOLITE

Tunakova Yu.A.¹, Gabdrakhmanova G.N.¹, Valiev V.S.²

*¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

*²State Budgetary Institution Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of
Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Annotation. *Natural zeolites are widely used as adsorbents for the purification of natural waters. Natural zeolites are used to remove metal ions from wastewater and drinking water. Treatment of zeolites with acid is an effective method of modification. The results obtained allow us to consider the possibility of using this zeolite for water purification.*

Keywords: *zeolite, water purification, sorbents, metal ions, sorption process.*

Введение

Существуют классические физико-химические методы, которые используют для удаления ионов металлов из загрязненных вод, таких как химическое осаждение, мембранная фильтрация, обратный осмос, жидкая экстракция, коагуляция-флокуляция. Обзор литературных источников, например [1–6], показывает, что сорбционная емкость цеолитов значительно выше, чем у всех известных природных ионитов и большинства синтезированных, что делает их востребованными в качестве эффективного природного адсорбента для очистки природных и техногенных вод от ионов металлов. Природные цеолиты обладают высокой селективностью по отношению к определенным ионам тяжелых металлов, таким как Pb(II), Cd(II), Zn(II) и Cu(II).

Цеолитсодержащие породы, полученные непосредственно из природной среды, проявляют слабые сорбционные свойства в связи с низкой пористостью естественной породы и высоким содержанием примесей, что требует их активации. Наиболее эффективной считается активация кислотным методом,

которая заключается в обработке природных сорбентов растворами серной, соляной, фосфорной и уксусной кислот в течение определенного временного интервала при нагревании и перемешивании [7].

Проведено исследование по изучению способа активации цеолитсодержащей породы Татарско-Шатрашанского месторождения для использования в качестве сорбционного материала при очистке воды от ионов металлов.

В составе исследуемого нами цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения содержание SiO_2 превышает 60%, а Al_2O_3 – 10%, что позволяет отнести его к высококремнеземным кислотостойким цеолитам [8].

Образец цеолитсодержащей породы измельчали в фарфоровой ступке и просеивали через сито с размером ячеек 1 мм. Из полученного образца с частицами ≤ 1 мм отобрали навеску 5 г.

Отобранную навеску поместили в 50 мл 5М раствора HCl и выдерживали при перемешивании в течение 10 мин. Затем раствор кислоты сливали. Первичная обработка соляной кислотой обеспечивает удаление из породы оксидов, гидроксидов и карбонатов кальция.

Обработанный в соляной кислоте образец цеолита прокаливали в течение 2 часов при температуре 400°C для удаления примесей органического вещества.

После остывания образца до комнатной температуры была проведена повторная обработка 5М раствором HCl при перемешивании в течение 10 минут. Раствор кислоты сливался, образец помещался на бумажный фильтр и промывался дистиллированной водой. Промытый образец высушивался при 105°C в течение 2 часов.

Из полученного предварительно очищенного образца отобрали навеску 0,630 г. Навеску последовательно выдерживали в течение 15 мин. сначала в 25 мл дистиллированной воды, затем в 25 мл 20% раствора HCl . Промывка кислотой проводилась трижды.

Для оценки сорбционной ёмкости использовался комбинированный раствор ГСО, содержащий Cu(II), Mn(II), Cr(VI), Zn(II) в концентрации 1 мг/л. Исходный объем раствора составил 50 мл. Для контроля концентраций в каждый контрольный период времени (15 мин) отбиралось 10 мл раствора. Результаты представлены в таблице. Анализ содержания ионов металлов проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-400.

На рис. 1 представлена зависимость адсорбционной емкости модифицированного цеолита от концентрации ионов металлов.

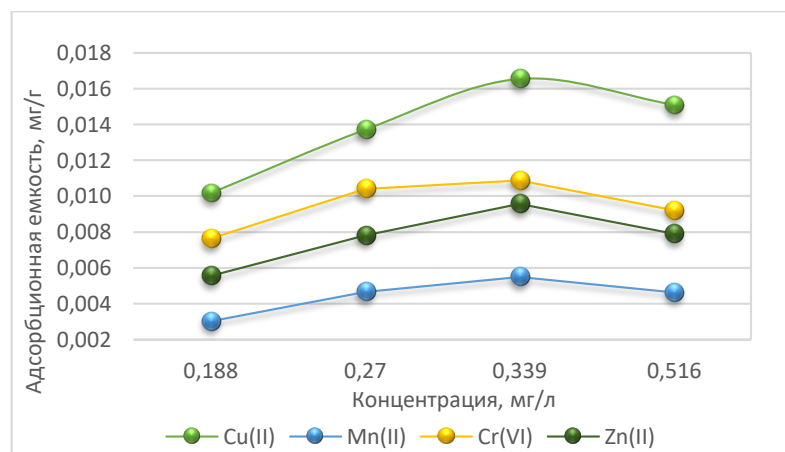


Рис. 1. Процесс сорбции на цеолите

В результате проведенных экспериментов было установлено, что кислотная модификация цеолитсодержащей породы наиболее эффективно сорбирует ионы Cu (II).

На рис. 2 представлена эффективность извлечения ионов металлов из комбинированного раствора с помощью образца цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения после кислотной модификации.

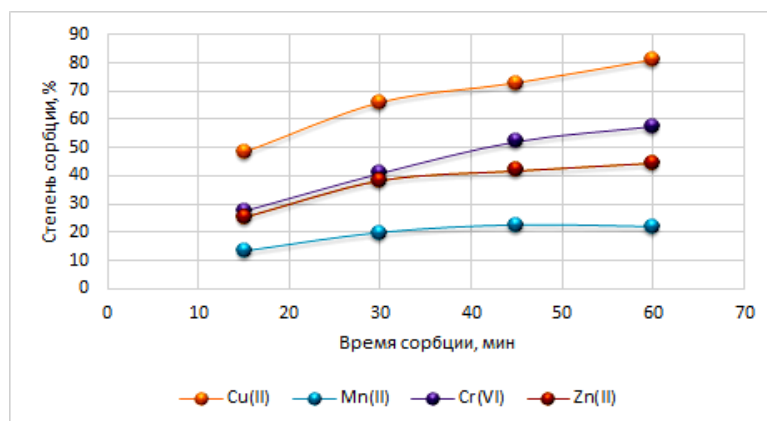


Рис. 2. Определение степени сорбции во времени

На рис. 2 показано, что при времени контакта в 60 минут сорбция ионов Cu(II) на цеолите достигает 81%, сорбция ионов Cr(VI) составила 58%, сорбция ионов Zn(II) составила 45% и сорбция ионов Mn(II) составила лишь 22%.

Выводы

Таким образом, наиболее эффективно сорбционные свойства цеолит проявляет по отношению к катионам меди и хрома, снижая начальную концентрацию металлов в 2 раза и более в течение часа. Полученные результаты позволяют рекомендовать данный сорбент после проведенных этапов модификации для использования при очистке технологических и природных вод.

**Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г. (номер темы FZSU-2023-0005).*

Список использованной литературы

1. Губанов Л.Н. Очистка сточных вод гальванических производств: учеб. пособие. – Нижний Новгород, 1996. – 111 с.
2. Найденко В.В. Губанов Л.Н. Очистка и утилизация промышленных стоков гальванических производств. – Нижний Новгород: ДЕКОМ, 1999. – 364 с.
3. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / под ред. В.Н. Кудрявцева. – М.: Глобус, 1998. – 302 с.
4. Москвичева А.В., Москвичева Е.В., Щербаков А.В., Олефиренко Л.В., Радченко О.П., Боронина Л.В. Некоторые аспекты применения цеолита для доочистки сточных вод от ионов металлов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. – Астрахань: ГАОУАО ВО «АГАСУ», 2019. – № 1 (27). – С. 33–37.
5. Leung W.C., Wong M.F., Chua H., Lo W., Leung C.K. Removal and recovery of heavy metals by bacteria isolated from activated sludge treating industrial effluents and municipal wastewater // Water Sci. Technol. – 2000. – № 41 (12). – P. 233–240.
6. Kurniawan T.A., Chan G.Y.S., Lo W.H., Babel S. Compar-isons of low-cost adsorbents for treating wastewaters laden with heavy metals // Sci. Total Environ. – 2005. – № 66 (2–3). – P. 409–426.

7. Голубева О.Ю. Пористые алюмосиликаты со слоистой и каркасной структурой: синтез, свойства и разработка композиционных материалов на их основе для решения задач медицины, экологии и катализа: дисс. ... на соискание ученой степени д.х.н. – СПб., 2016. – С. 205–206.

8. Михайлова О.А. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казанский. гос. технолог. ун-т. – Казань, 2007. – 18 с.

УДК 504.064.2

ОЦЕНКА УДЕРЖИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ ЖИТЕЛЯ МЕГАПОЛИСА ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ПОСТУПЛЕНИИ

Тунакова Юлия Алексеевна, д-р хим. наук, профессор,

Новикова Светлана Владимировна, д-р техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail:SVNovikova@kai.ru,*

YATunakova@kai.ru,

Валиев Всеволод Сергеевич, ст. науч. сотр-к

ГБУ Институт проблем экологии и недропользования Академии наук РТ,

Шром Илья Александрович, аспирант

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань*

Аннотация. Количественная характеристика удерживания металлов в организме, оцениваемая по содержанию в биологических субстратах, отражает воздействие внешнего техногенного полиметаллического загрязнения. На основании результатов исследования содержания металлов в биологических субстратах организма человека, определена информативная характеристика удерживания металлов. Прямая оценка удерживания металлов в организме, с непосредственным определением концентраций в биосубстратах, является сложной задачей. Разработан нейросетевой способ определения удерживания металлов в организме при водно-пищевом и

воздушном путях поступления. Разработаны нейросетевые модели отдельно для каждого металла для оценки удерживания в организме с учетом процессов поступления и выведения при долговременном воздействии.

Ключевые слова: *полиметаллическое загрязнение, долговременное воздействие, биологический субстрат, удерживание, нейросетевая модель.*

ASSESSMENT OF METAL RETENTION IN THE BODY OF A MEGAPOLIS RESIDENT UNDER ANTHROPOGENIC INTAKE

Tunakova Yu.A.¹, Novikova S.V.¹, Valiev V.S.², Shrom I.A.¹

¹*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan*

²*State Budgetary Institution Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of
Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan*

Annotation. *Quantitative characterization of metal retention in the organism, estimated by the content in biological substrates, reflects the impact of external anthropogenic polymetallic pollution. Based on the results of the study of metal content in biological substrates of the human body, the informative characterization of metal retention is determined. Direct assessment of metal retention in the body, with direct determination of concentrations in biosubstrates, is a difficult task. A neural network method for determining the retention of metals in the body by water-food and airborne routes of entry has been developed. Neural network models have been developed separately for each metal to estimate retention in the body, taking into account the processes of intake and excretion during long-term exposure.*

Keywords: *polymetallic contamination, long-term exposure, biological substrate, retention, neural network model.*

Введение

Негативное воздействие металлов, являющихся продуктом производственной деятельности, необходимо изучать с точки зрения опасности

для организма человека. Жители мегаполиса подвергаются хроническому воздействию малых доз металлов в течение продолжительного времени, симптомы которого могут проявиться значительно позднее. В условиях комплексного полиметаллического загрязнения и одновременного поступления металлов в организм разными путями, крайне сложной является оценка удерживания каждого металла, поступившего в организм водно-пищевым и воздушным путями, с учетом процессов выведения [1–3].

Методы исследования

В работе предложена нейросетевая модель, реализующая оценку удерживания металлов в организме с учетом различных путей поступления и морфофизиологических параметров, обследуемых при долгосрочном воздействии. Долгосрочное полиметаллическое воздействие оценивалось путем определения содержания металлов в питьевой воде и почвенном покрове.

В качестве исследуемых на предмет ретенции веществ были отобраны 4 металла (цинк, хром, медь и свинец), техногенное поступление которых подвержено наибольшей пространственно-временной изменчивости по территории г. Казани. В исследовании были использованы результаты определения содержания выбранных металлов в питьевой воде, почвенном покрове и биосубстратах 242 детей, проживающих в различных районах города Казани. Для обследуемых собирались дополнительные показатели: пол, возраст, рост, вес, площадь поверхности тела, объем суточного диуреза. В результате была сформирована матрица данных, включающая информацию о содержании металлов в крови, моче, питьевой воде, почвенном покрове, который характеризует длительное аэрогенное поступление металлов от источников выбросов. По полученным данным о содержании металлов в крови и моче пациентов с привлечением информации об их росте и весе были рассчитаны значения клиренса и удерживания для каждого металла. В связи с тем, что логика удерживания в первую очередь определяется количеством, а

также соотношением поступившего и экскретируемого вещества, с целью оценки клиренса металлов (CL_{me} , мл/мин) мы использовали формулу Реберга:

$$CL_{me} = \frac{C_{мочи} \times CД}{C_{крови} \times 1440} \times ПТ, \quad (1)$$

где $C_{мочи}$, $C_{крови}$ – концентрация элемента в моче и крови, мкг/мл; $CД$ – объем суточного диуреза, мл; 1440 – количество минут в сутках.

Оценку удерживания осуществляли приведением гауссианой абсолютных значений клиренса к плотности вероятности:

$$\text{Удерживание}_{me} = \exp\left(-\frac{CL_{me}^2}{\sigma^2}\right), \quad (2)$$

здесь σ – среднеквадратическое отклонение ряда данных.

Все данные были привязаны к идентификационным кодам участников исследования и местам их проживания.

Результаты исследования

Расчетная модель представляет из себя нейронную сеть прямого распространения типа MLP. Алгоритм обучения всех моделей – resilient propagation (RPROP) с шагом спуска 0,5 и коэффициентом дробления 1,2, соответственно. Каждая модель обучалась на собственном обучающем датасете в течение 10000 эпох. Общий вид топологии моделей представлен на рис. 1 на примере цинка.

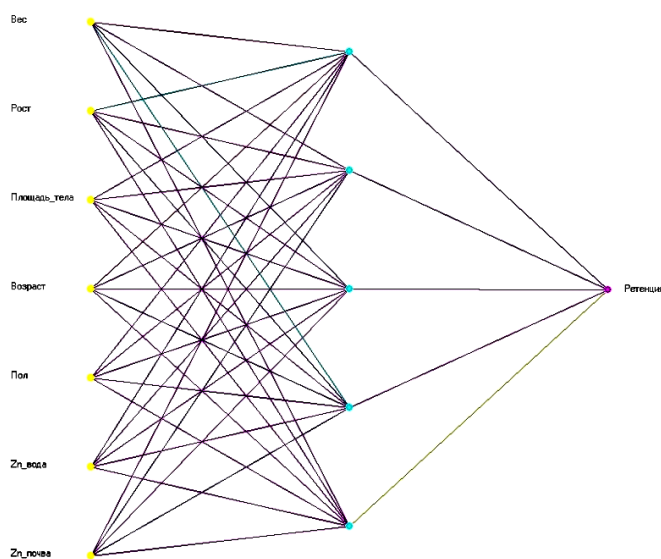


Рис. 1. Нейросетевая архитектура блока расчета долгосрочного воздействия концентраций цинка

Графическое представление расхождения эталонных и расчетных значений ретенции представлено на рис. 2.

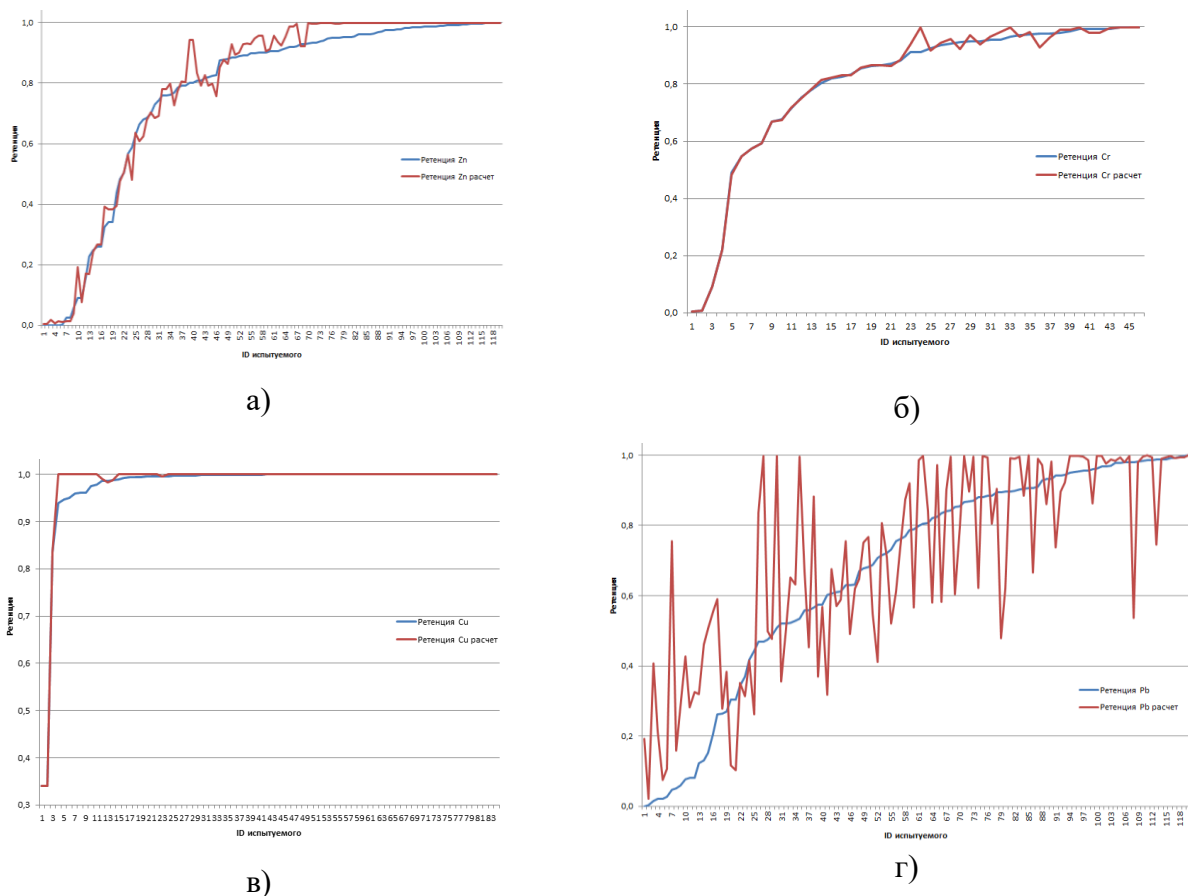


Рис. 2. Отклонение эталонных и рассчитанных моделями типовой топологии количественных характеристик удерживания для долгосрочного типа воздействия на обучающих примерах: а) цинка; б) хрома; в) меди; г) свинца

Результаты демонстрируют, что стандартная топология моделей обеспечивает точность обучения не ниже 90% по всей совокупности исследуемых металлов. Максимальная погрешность получена для расчетного блока свинца.

Выводы

Проведённые численные эксперименты доказали правомерность выдвинутой гипотезы относительно возможности высокоточного нейросетевого расчёта удерживания металлов в организме. Даже при применении типовой топологии, такие модели обеспечивают высокую точность. Так как для различных металлов точность моделей значительно

отличается, можно рекомендовать усложнение топологии нейросетевой модели в тех случаях, когда точность оказывается недостаточной.

**Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер № 075-03-2024-067 от 17.01.2024 г. (номер темы FZSU-2023-0005).*

Список использованной литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Мир. Оникс 21 век, 2004. – 216 с.
3. Coelho P., Costa S., Silva S., Walter A. Metal(loid) levels in biological matrices from human populations exposed to mining contamination-Panasqueira Mine (Portugal) // Journal of Toxicology and Environmental Health. PartA. – 2012. – V. 13–15. – No 75. – P. 893–908. – <https://doi.org/10.1080/15287394.2012.690705>.

УДК 371

СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСИТЕЛЕЙ

Пилипенко Марина Васильевна, аспирант

*РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного
использования водных ресурсов», г. Минск, e-mail: marinaby@yandex.ru*

Аннотация. В данном исследовании представлены технические аспекты получения сорбционного комплекса из отработанных ионообменных смол для сорбции красителей. Исследовано влияние размеров фракций диспергированных анионита и катионита на образование сорбционного комплекса и его эффективности при очистке сточных вод.

Ключевые слова: отход, сорбент, сорбция, краситель, сточная вода.

SORPTION MATERIALS FROM SPENT ION EXCHANGE RESINS FOR PURIFYING WASTEWATER FROM DYES

Pilipenko M.V.

RUE «Central Research Institute for Integrated Use of Water Resources», Minsk

Annotation. *This study presents the technical aspects of obtaining a sorption complex from waste ion exchange resins for the sorption of dyes. The influence of the sizes of dispersed anion exchange and cation exchange fractions on the formation of a sorption complex and its effectiveness in wastewater treatment has been studied.*

Keywords: *waste, sorbent, sorption, dye, waste water.*

Введение

Очистка сточных вод от загрязнений перед их сбросом в сети канализации и далее после очистки в водные объекты является актуальной задачей [1]. Одними из самых распространённых методов исследований в области очистки сточных вод красильно-отделочных производств, представленных в литературе, являются направления по исследованию новых сорбентов, среди которых могут рассматриваться отходы отработанных ионообменных смол [2–5]. Данный метод конкурирует с другими перспективными направлениями: озонирование и фотокатализ [6–9], а также кавитационного воздействия [10].

В работе рассмотрено влияние размеров фракций диспергированных анионита и катионита на образование комплекса (рис. 1). Видно, что наиболее полно частички включаются в комплекс при размерах анионита 100–150 мкм и катионита 80–100 мкм. При данных условиях образуются наиболее рыхлые и объемные агрегаты.

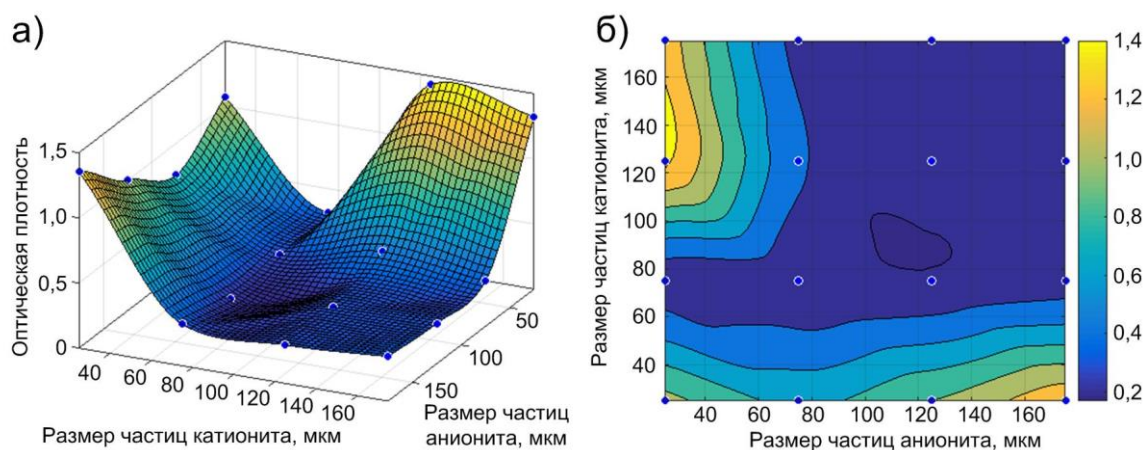


Рис. 1. Влияние размеров фракций диспергированных анионита и катионита на образование комплекса

При исследовании влияния отношения «анионит: катионит» выявлено, что наиболее рыхлые хлопья образуются при их равном соотношении по массе.

При очистке сточных вод от красителей также важными параметрами образования сорбционного комплекса является влияние дозы комплекса при добавлении в сточную воду, pH сточной воды и ионная сила раствора (за счет наличия в сточных водах большой концентрации солей и вспомогательных веществ).

При количестве диспергированных ионитов до 1 г/л наблюдается меньший объем образующихся хлопьев, возможно за счет недостаточного времени и большого расстояния между частичками для образования сорбционного комплекса в объеме раствора. Увеличение дозы до более высоких значений обеспечивает уменьшение объема образующегося комплекса, например, при дозе 100 г/л он уже занимает весь объем обрабатываемой сточной воды.

Наиболее рыхлые комплексы вне зависимости от pH раствора (исследуемый диапазон pH 2–12) и ионной силы раствора образуются при соотношении анионит: катионит равным 1:1.

Оценку эффективности применения измельченных отработанных ионитов проводили на сточных водах трикотажной фабрики.

Выбору оптимальных доз ионитов предшествовала предварительная пробная очистка. Из полученных данных следует, что наиболее эффективно

происходит очистка сточных вод с использованием смеси отработанного катионита и анионита – это подтверждается данными, полученными на модельных сточных водах. Как для модельных сточных вод, так и для исследуемых сточных вод в данном случае механизм очистки представляет собой совокупность процессов ионного обмена, коагуляции и флокуляции что, в свою очередь, увеличивает эффективность очистки.

Выводы

Степень очистки сточных вод красильно-отделочного цеха по обесцвечиванию составила до 93%. Используемые сточные воды: СВ1 – красильная ванна после активного крашения (состав: соль поваренная, сода кальцинированная, красители: активный глубоко черный СТ); СВ2 – красильная ванна, крашение прямыми красителями (состав: соль – 10%, сода – 2%, красители: прямой синий светопрочный КУ, прямой черный С). Наилучшие результаты очистки сточных вод (СВ1 и СВ2) удалось получить при использовании комплекса, приготовленного отдельно, не в объеме сточной воды.

Список использованной литературы

1. Gurgenidze D. The Pharmaceutical Pollution of Water Resources Using the Example of the Kura River (Tbilisi, Georgia) / D. Gurgenidze, V. Romanovski // Water. – 2023. – № 14(15). – P. 2574.
2. Романовский В.И. Распределение гетероатомов синтетических ионитов в продуктах пиролиза / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Журнал прикладной химии – 2009. – Т. 82. – № 5. – С. 782–785.
3. Романовский В.И. Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.
4. Романовский В.И. Механохимическая переработка отходов ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2006. – № 14. – С. 89–91.

5. Matsukevich I. Mesoporous nanocomposites based on CeO₂ and MgO: preparation, structure and photocatalytic activity / I. Matsukevich, N. Kulinich, L. Kulbitskaya, [et al.] // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – № 10(49). – P. 2497–2505.
6. Glinskaya A. Crystal structure, physicochemical, and sensory properties of solid solutions Bi_{1-x}La_xFe_{1-x}Co_xO₃ (x= 0, 0.05, 0.1) / Glinskaya A., Petrov G., Romanovski V. // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2021. – №. 17(32). – P. 22579–22587.
7. Glinskaya, A., Petrov, G., Vialikanava, I., & Romanovski, V. (2023). Crystal Structure, Magnetic and Photocatalytic Properties of Solid Solutions Bi_{2-x}La_xFe₄O₉ (x = 0.05, 0.1) / A. Glinskaya, G. Petrov, I. Vialikanava, [et al.] // ChemistrySelect. – № 8(8). – P. e202204285.
8. Zeng J. Nanomaterials enabled photoelectrocatalysis for removing pollutants in the environment and food / J. Zeng, R. Xu, A.A. El-Kady, [et al.] // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2023. – № 166. – P. 117187.
9. Пилипенко М.В. Железо-лантан-содержащие фотокатализаторы для осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / М.В. Пилипенко, И.Ю. Козловская, В.И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2022. – № 1(127). – С. 42–44.
10. Петров О.А. Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки ионитов / О.А. Петров, В.И. Романовский // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 25–27 ноября 2009 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2009. – С. 123–126.

УДК 371

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСИТЕЛЕЙ: МОДЕЛЬНЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Пилипенко Марина Васильевна, аспирант

*РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного
использования водных ресурсов», г. Минск, e-mail: marinaby@yandex.ru*

***Аннотация.** В данном исследовании представлены результаты сравнительного анализа использования озона для деструкции растворенных*

органических веществ на примере модельных сточных вод, содержащих красители и реальных сточных вод красильно-отделочного цеха.

Ключевые слова: озонирование, краситель, сточная вода.

USE OF OZONE FOR WASTEWATER TREATMENT FROM DYES: MODEL AND REAL WASTEWATER

Pilipenko M.V.

RUE «Central Research Institute for Integrated Use of Water Resources», Minsk

Annotation. *This study presents the results of a comparative analysis of the use of ozone for the destruction of dissolved organic substances using the example of model wastewater containing dyes and real wastewater from a dyeing and finishing shop.*

Keywords: *ozonation, dye, wastewater.*

Введение

Очистка сточных вод от органических растворенных веществ является актуальной задачей как в водоподготовке, так и очистке сточных вод [1]. Среди распространенных методов очистки от растворенных органических веществ в водных средах являются сорбция [2–5], озонирование и фотокатализ [6–9]. Также выделяют в качестве перспективных кавитационное воздействие для повышения эффективности указанных выше подходов [10].

В работе исследовали эффективность очистки модельных сточных вод с концентрацией красителя 10 мг/дм³ в интервале времени 0–25 мин. (рис. 1а) и зависимости эффективности очистки сточных вод красильно-отделочного производства с использованием озона до (СВ1) и после блока (СВ2) очистных сооружений ОАО «Світанак» (рис. 1б).

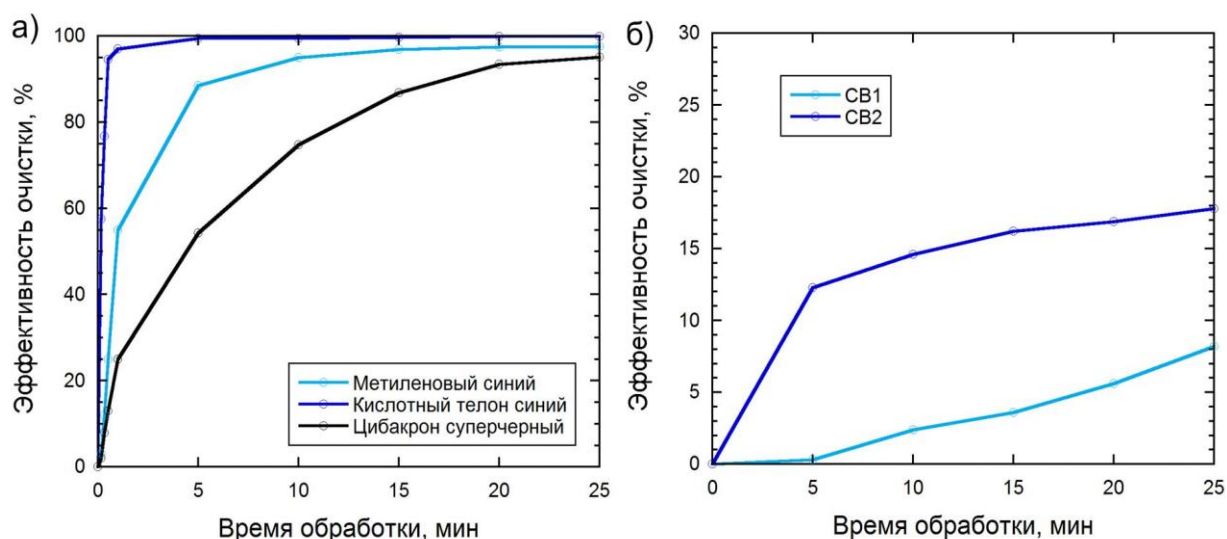


Рис. 1. Эффективность деструкции красителей (а) и сточных вод красильно-отделочного производства (б) с использованием озона

Из полученных результатов следует, что наиболее легко поддается обесцвечиванию краситель кислотный телон синий, труднее – цибакрон суперчерный. Для достижения степени очистки выше 90% по красителю метиленовому синему время обработки составляет 5,5 мин. По красителю кислотному телон синему – 35 с, что в 9,43 раза меньше, чем время необходимое для 90% деструкции метиленового синего. По красителю цибакрон суперчерному – 10 мин. В пределах исследуемых концентраций (2,5–10 мг/л) содержание красителя незначительно влияет на эффективность очистки (рис. 1а), в то время как расход озонородной смеси при более 9 л/мин. приводит почти в 2 раза меньшему времени обработки для достижения эффективности очистки 90%.

По результатам экспериментов получены уравнения регрессий, показывающих зависимость исходных параметров обработки на эффективность деструкции красителя метиленового синего от его концентрации и времени обработки (1), и красителя кислотного телон синего от расхода озонородной смеси и времени обработки (2).

$$\begin{aligned} \Xi = & 0,02229 - 0,00747 \cdot C + 38,6 \cdot T + 0,0005 \cdot C^2 - 0,08736 \cdot C \cdot T - 5,98 \cdot T^2 + \\ & 0,00116 \cdot C^2 \cdot T + 0,0189 \cdot C \cdot T^2 + 0,4369 \cdot T^3 - 0,00024 \cdot C^2 \cdot T^2 - 0,00102 \cdot C \cdot T^3 - \\ & 0,01508 \cdot T^4 + 8,099 \cdot 10^{-6} \cdot C^2 \cdot T^3 + 1,629 \cdot 10^{-5} \cdot C \cdot T^4 + 0,000198 \cdot T^5, \end{aligned} \quad (1)$$

где C – концентрация красителя, мг/л; T – время обработки, мин.;

$$\begin{aligned} \Xi = & -3,748 + 0,7431 \cdot Q + 5,991 \cdot T - 0,02578 \cdot Q^2 + 0,02908 \cdot Q \cdot T - 0,1403 \cdot T^2 + \\ & + 0,001053 \cdot Q^2 \cdot T - 0,0008524 \cdot Q \cdot T^2 + 0,001137 \cdot T^3, \end{aligned} \quad (2)$$

где Q – расход газо-воздушной смеси, л/мин.; T – время обработки, мин.

Коэффициент корреляции уравнения (1) равен 1,0000, уравнения (2) – 0,997.

Выводы

Таким образом, сточная вода после блока очистных сооружений на 13% очищается эффективнее, чем вода, поступающая на блок очистных сооружений. Это объясняется тем, что в СВ1 озон расходуется в большей степени на окисление вспомогательных веществ, нежели на окисление красителей.

Также в процессе обработки сточной воды озоном происходит изменение рН раствора, что влияет на показания оптических свойств сточных вод. Для сточной воды до блока очистных сооружений рН в течение обработки 60 мин. уменьшается с 8,93 до 6,5. При обработке сточной воды после блока очистных сооружений рН сначала увеличивается с 7,20 до 8,18 в течение 20 мин. обработки, что приводит и к изменению в спектре оптической плотности, а далее уменьшается до значения 6,22 при времени обработки 60 мин.

Список использованной литературы

1. Gurgenidze D. The Pharmaceutical Pollution of Water Resources Using the Example of the Kura River (Tbilisi, Georgia) / D. Gurgenidze, V. Romanovski // Water. – 2023. – № 14(15). – P. 2574.

2. Романовский В.И. Распределение гетероатомов синтетических ионитов в продуктах пиролиза / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82. – № 5. – С. 782–785.
3. Романовский В.И. Материалы для очистки сточных вод на основе отработанных синтетических ионитов / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 19–20 ноября 2008 / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 141–142.
4. Романовский В.И. Механохимическая переработка отходов ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Н. Марцуль // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2006. – № 14. – С. 89–91.
5. Matsukevich I. Mesoporous nanocomposites based on CeO₂ and MgO: preparation, structure and photocatalytic activity / I. Matsukevich, N. Kulinich, L. Kulbitskaya [et al.] // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – № 10(49). – P. 2497–2505.
6. Glinskaya A. Crystal structure, physicochemical, and sensory properties of solid solutions Bi_{1-x}La_xFe_{1-x}Co_xO₃ (x= 0, 0.05, 0.1) / Glinskaya A., Petrov G., Romanovski V. // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. – 2021. – №. 17(32). – P. 22579–22587.
7. Glinskaya, A., Petrov, G., Vialikanava, I., & Romanovski, V. (2023). Crystal Structure, Magnetic and Photocatalytic Properties of Solid Solutions Bi_{2-x}La_xFe₄O₉ (x = 0.05, 0.1) / A. Glinskaya, G. Petrov, I. Vialikanava, [et al.] // ChemistrySelect. – № 8(8). – P. e202204285.
8. Zeng J. Nanomaterials enabled photoelectrocatalysis for removing pollutants in the environment and food / J. Zeng, R. Xu, A.A. El-Kady, [et al.] // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2023. – № 166. – P. 117187.
9. Пилипенко М.В. Железо-лантан-содержащие фотокатализаторы для осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / М.В. Пилипенко, И.Ю. Козловская, В.И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2022. – № 1(127). – С. 42–44.
10. Петров О.А. Применение суперкавитирующих аппаратов для обработки ионитов / О.А. Петров, В.И. Романовский // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы докл. международной науч.-тех. конф. БГТУ, Минск, 25–27 ноября 2009 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2009. – С. 123–126.

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ОТ ОКСИДА УГЛЕРОДА

Акчурина Аделя Ринатовна, студент,

Галимова Алина Раисовна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, e-mail:*

galimovaalina585@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрена система очистки газовых выбросов от оксида углерода. Произведен анализ наилучших из доступных технологий и выбран абсорбционный метод очистки от монооксида углерода. Для реализации эффективной очистки предложена технологическая схема абсорбционной очистки и рассмотрен принцип действия тарельчатого абсорбера.

Ключевые слова: оксид углерода, абсорбционный метод, тарельчатый абсорбер, газовые выбросы.

A SYSTEM FOR CLEANING THERMAL POWER PLANT EMISSIONS FROM CARBON MONOXIDE

Akchurina A.R., Galimova A.R.

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI,
Kazan*

Annotation. A system for purifying gas emissions from carbon monoxide is considered. An analysis of the best available technologies was carried out and the absorption method of carbon monoxide removal was selected. To implement effective cleaning, a technological scheme for absorption cleaning is proposed and the principle of operation of a plate absorber is considered.

Key words: *carbon monoxide, absorption method, plate absorber, gas emissions.*

Введение

Теплоэлектростанции (ТЭС) являются источником поступления в окружающую среду более 300 видов веществ, среди которых основную долю составляют: диоксид серы; оксиды углерода; оксиды азота и пыль различного происхождения. Такая ситуация означает, что необходимо в кратчайшие сроки разработать эффективные методы очистки газовых выбросов ТЭС как от серосодержащих компонентов газа, так и от органических соединений, опасных для биосферы. В этой связи, разработка технологических процессов очистки газовых выбросов ТЭС от вредных газообразных компонентов и тонкодисперсных твердых взвесей является актуальной задачей.

Рассматриваемые предприятия относятся к 1 категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [1] и подлежат области применения наилучших доступных технологий. Наиболее перспективными технологиями очистки газовых выбросов от оксида углерода являются абсорбционный и каталитический методы [2]. Учитывая простоту аппаратурно-технологического оформления и высокую степень очистки выбросов, выбран абсорбционный метод очистки. В качестве аппарата очистки на основе патентно-реферативного поиска предложен тарельчатый абсорбер.

Для реализации абсорбционной очистки спроектирован тарельчатый абсорбер по патенту [3]. Технический результат достигается за счет обеспечения наиболее полного контакта газа с жидкостью. Вместе с этим появляется возможность работы при небольших расходах жидкости и при сравнительно низком гидравлическом сопротивлении, с отсутствием градиента жидкости на полотне тарелки (рис. 1).

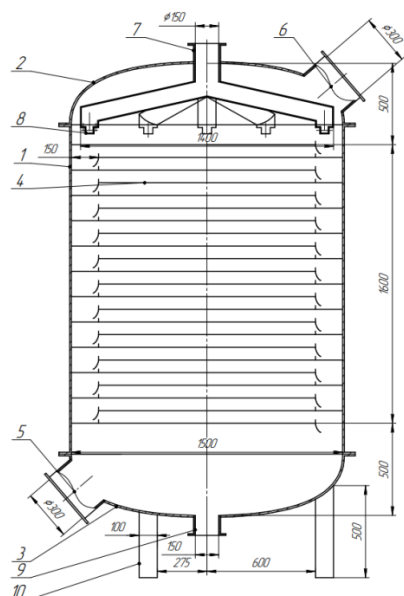


Рис. 1. Конструкция тарельчатого абсорбера: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – днище; 4 – тарелки ситчатые; 5 – патрубок подачи газа; 6 – патрубок отвода газа; 7 – патрубок подачи абсорбента; 8 – форсунки распылительные; 9 – патрубок отвода абсорбента; 10 – опоры

Также был произведен расчет конструктивных параметров тарельчатого абсорбера.

Для очистки газовых выбросов от оксида углерода выбросов ТЭС предусмотрены очистные сооружения, принципиальная схема которых представлена на рис. 2.

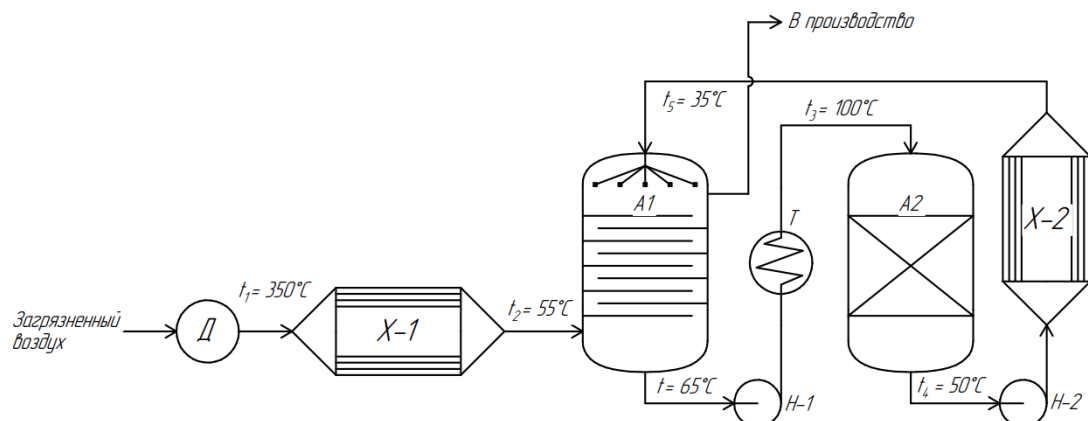
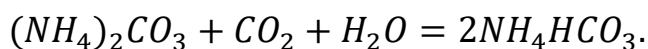
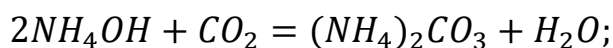


Рис. 2. Принципиальная схема абсорбционной очистки выбросов: Д – дымосос; X-1, X-2 – холодильники; A1 – абсорбер; H-1, H-2 – насос; Т – теплообменник; A2 – десорбер

После сжигания топлива загрязненный воздух подается в дымосос. Дымосос вытягивает дымовые газы из котла (или иной технологической

установки), создает в нем разрежение. После, загрязненный воздух при температуре 350 °С подается в холодильник, где охлаждается до температуры 55 °С. Охлажденный газ на абсорбцию подается в нижнюю часть колонны, а абсорбент подается в верхнюю часть колонны с помощью распылительных форсунок. Газовая смесь, содержащая загрязняющее вещество, контактирует с абсорбентом, который поглощает данный компонент. В колонне осуществляется противоточное взаимодействие газа и жидкости. Очищенный газ выходит через патрубок из колонны и подается в производство. В качестве абсорбента для поглощения СО применяют медно-аммиачные растворы (МАР). В процессе абсорбции СО под высоким давлением поглощается в противоточном абсорбере раствором комплексного медно-аммиачного соединения. В абсорбере протекают следующие реакции:



Отработанный абсорбент выходит из нижней части колонны абсорбера, и насосом направляется на регенерацию в десорбер после предварительного подогрева до 100°С в теплообменнике-рекуператоре. Нагретый раствор подается в десорбер, где из него десорбируется поглощенный компонент путем испарения в результате нагревания поглотителя паром. Регенерацию медно-аммиачного раствора (МАР) проводят путем снижения давления и нагревания раствора. При давлении 0,1 МПа и нагревании раствора до 100°С происходит разложение медно-аммиачного комплекса и выделение СО. Регенированный абсорбент охлаждается в холодильнике до 35°С, и поступает обратно в абсорбер.

При сочетании методов абсорбции с десорбцией возможно многократное использование (почти без потерь) жидкого поглотителя (абсорбента) в

замкнутом контуре аппаратов: абсорбер-десорбер-абсорбер, выделяя поглощенный компонент в чистом виде.

Выводы

На основании анализа научно-технической литературы для очистки выбросов ТЭС от оксида углерода выбран метод абсорбционной очистки. Абсорбционная очистка газов является одним из эффективных методов очистки отходящих газов, из-за возможности регенерации реагентов, высокой степени очистки газов и широкого спектра применения. Для абсорбционной очистки оксида углерода предложен тарельчатый абсорбер с ситчатыми тарелками. Эффективность предложенного абсорбера заключается в его большем контакте поверхностей фаз; возможности работы при небольших расходах жидкости; сравнительно низком гидравлическом сопротивлении; отсутствии градиента жидкости на полотне тарелки; равномерном распределении пара и жидкости. По результатам анализа выбран метод и разработана технологическая схема с абсорбером.

Список использованной литературы

1. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 22-2016. Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – М.: Бюро НДТ. – 212 с.
3. Пат. 2653829 Российская федерация, МПК В 01 D 53/18. Абсорбер / О.С. Кочетов; заявитель и патентообладатель Московская обл., г. Фрязино. – 2017132962; заявл. 21.09.2017; опубл. 14.05.2018, Бюл. № 14.
4. Кирсанов В.В Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т. II: Процессы и аппараты защиты атмосферы. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 568 с.

УДК 159.95:616-051:619

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПТИЦ
НА ОБЪЕКТЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**

Амосов Павел Николаевич, канд. биол. наук, доцент,

Сладкова Надежда Анатольевна, канд. биол. наук, ассистент,

Бабурина Наталья Александровна, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет

ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: pavel-

amosov@yandex.ru, 79052078620@yandex.ru,

Великосельская Елена Сергеевна, эколог

ООО «Новый Свет – ЭКО», г. Санкт-Петербург, e-mail: velikes91@gmail.com

Аннотация. Орнитологические исследования проводились на объекте обращения с бытовыми отходами, расположенном в зоне влияния птиц на безопасность полетов. Выявлены фауна и динамика численности нестабильного населения птиц, определены виды птиц, потенциально создающих помехи при полете воздушных судов. Результаты использовались для разработки мероприятий по недопущению скопления птиц на объекте.

Ключевые слова: синантропные птицы, динамика численности, аэропорт, зона полетов.

**PECULIARITIES OF ORNITHOLOGICAL RESEARCH ON OBJECTS OF
MASS AGGREGATION OF BIRDS IN URBANIZED AREAS**

Amosov P.N.¹, Sladkova N.A.¹, Baburina N.A.¹, Velikoselskaya E.S.²

¹*St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg,*

²*«NoviySvet – ECO» LLS, St. Petersburg*

Annotation. Ornithological research have been performed at a territory waste management company located in the zone of influence of birds on flight safety. The

fauna and dynamics of the unstable bird population were identified, and bird species that potentially can disturb aircraft flights. The results were used to develop measures to prevent flocks of birds at the site.

Keywords: *synanthropic birds, population dynamics, airportflight zone.*

Введение

Орнитологические исследования являются частью обеспечения безопасности при планировании и эксплуатации аэропортов и аэродромов. В связи с изменениями законодательства в области определения границ подзон приаэродромных территорий возникает необходимость обследования объектов, которые могут способствовать привлечению и массовому скоплению птиц, расположенных в границах данных подзон [1]. К указанным объектам относятся различные площадки по сортировке и перегрузке твёрдых бытовых отходов, часто данные площадки являются открытыми и привлекают птиц для поиска корма [2].

Нами были проведены орнитологические исследования объекта по обращению с отходами на предмет обнаружения факторов, способствующих привлечению и массовому скоплению птиц. Объект расположен в южной части г. Санкт-Петербурга. Площадь обследуемой территории составила 15 885 м², в границах обследуемого объекта, а также прилегающая территория в видимом диапазоне.

Исследования проведены в три этапа: зимний учёт, весенне-летний учёт и осенний учёт. В данной статье представлены результаты двух первых учётов: зимний учёт проводился в период февраль-март и весенне-летний учёт в мае. Орнитологические исследования проводились с помощью наблюдателей на объекте, а также с использованием видеозаписей обследуемой территории.

Во время исследований выявлены видовой состав птиц-посетителей объекта и их численность, а также проведены наблюдения их поведения на площадках объекта с целью поиска кормов.

Учёты производились по одинаковой авторской методике. Каждый час периода наблюдений был разделен на 5-минутные интервалы (12 интервалов в каждом часе) и за каждый интервал фиксировалось в протоколе максимальное число птиц определенного вида на площадке (по видеозаписи) или на территории объекта (при учетах наблюдателями).

При обработке данных учетов, рассчитывались следующие показатели по каждому часу: средняя численность, максимальная и минимальная численность птиц-посетителей объекта, а также стандартное отклонение и ошибка среднего.

В зимний период нами зарегистрированы 7 видов птиц, прилетающие на площадки объекта с целью поиска корма, который имеется среди перегружаемых и временно складированных на объекте твердых бытовых отходов. Еще два вида также единично могут встречаться на объекте. Отмеченные и потенциально возможные виды птиц-посетителей объекта, их краткая характеристика перечислены в табл. 1.

Таблица 1

Видовой состав птиц-посетителей производственного объекта

№ п/п	Название вида	Относительная численность на объекте в зимний период
1	Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	Отмечена только в весенне-летний период и осенью. Массовый вид
2	Клуша <i>Larus fuscus</i>	Единичные встречи
3	Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	Массовый вид
4	Морская чайка <i>Larus marinus</i>	Не отмечена, но возможна единично
5	Сизая чайка <i>Larus canus</i>	Малочисленный вид
6	Сизый голубь <i>Columba livia f. domestica</i>	Многочисленный вид
7	Галка <i>Corvus monedula</i>	Многочисленный, встречается только в отдельные периоды суток
8	Серая ворона <i>Corvus (corone) cornix</i>	Единичные особи в окрестностях объекта, на площадках вид не обнаружен
9	Домовый воробей <i>Passer domesticus</i>	Стайки по 2–10 особей непостоянно встречаются на территории объекта

Большинство отмеченных птиц-посетителей находятся непосредственно на перегрузочной площадке объекта, а часть особей, чаще голуби и чайки для присад используют крыши зданий не только в пределах объекта, но и в окрестностях. В течение дня они время от времени перемещаются с крыш в

зону перегрузки отходов. Галки в качестве присад используют натянутые провода и заборы.

Птицы проявляют признаки привыкания к работающей технике и могут находиться возле них на очень близком расстоянии. Периодически некоторые из особей перемещаются на кучу отходов и находят там корм. Серебристые чайки иногда прибегают к клептопаразитизму – они отбирают пищу у других особей, нападая на них и принуждая бросить ее.

Серые вороны в небольшом количестве (1–2 особи) держатся поблизости от перегрузочной площадки, но не используют ее для поиска корма.

Проведенные учеты показывают, что птицы посещают объект с целью поиска корма только в дневное время, начало посещений приходится на 1-й или 2-й час после рассвета. В ночное время на территории объекта и ближних его окрестностях птицы отсутствуют.

Анализ данных учетов показал неравномерность численности птиц в светлое время суток. Наибольшую опасность для полетов воздушных судов представляет группа видов рода чаек *Larus*, которые массово посещают обследуемый объект.

Наибольшее количество птиц отмечается в утренние часы (с 8.00 до 11.00) – до 50 особей чаек, второй пик численности – до 160 особей был отмечен в обеденные часы (с 13.00 до 14.00), в вечерние часы пик численности составил до 90 особей в период с 15.00 до 17.00. Впоследствии число особей сокращалось и после 19.00 птицы на объекте не были зафиксированы.

В дни учёта с неблагоприятными погодными условиями (осадки, сильный ветер) численность особей резко падала, при этом после рассеивания сплошной облачности количество птиц резко возрастало, достигая своего максимума до 180 особей.

Среди птиц-посетителей много представителей молодых особей, которые следуют за взрослыми птицами в поисках корма.

Данные, приведённые на рис. 1, свидетельствуют о резком увеличении средней численности чаек в весенне-летний период (учёт от 13.05.2023),

среднее число особей в зимний период было в 7,6 раза меньше. Максимальная численность, отмеченная в зимний период, составляла 180 особей, а в мае достигала 450 чаек.

В весенне-летний период состав посетителей перегрузочной площадки меняется. Основную массу птиц составляют не серебристые чайки *Larus argentatus*, как в зимний период, а озерные чайки *Larus ridibundus*. Серебристая чайка *L. argentatus* по численности находится на втором месте, максимальное количество особей в дни проведения наблюдений составляло до 50 птиц.

Также в теплое время года отмечается увеличение времени присутствия максимального количества птиц на объекте. Так, в зимний период активность птиц находилась в пределах с 8.00 до 19.00 и составила 11 часов, в теплое время года данный период увеличился до 18 часов с 5.00 и до 23.00. На данный факт оказывает влияние значительное увеличение продолжительности светового дня в период белых ночей.

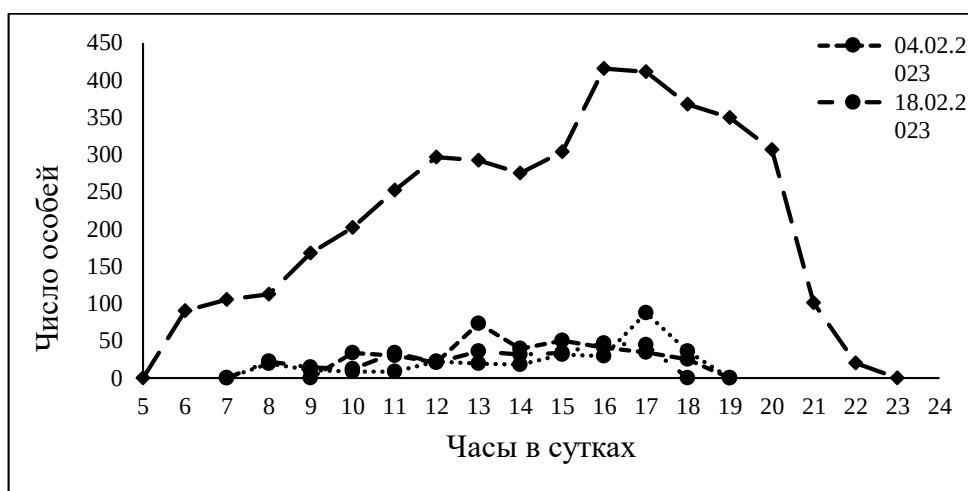


Рис. 1. Суточная динамика численности птиц рода чаек *Larus* в разные сезоны

Сизый голубь *Columba livia f. domestica* второй по численности вид, использующий объект как место для кормежки. Его перемещения носят более локальный характер, перелеты совершаются на небольшой высоте от земли и вероятность его влияния на полеты воздушных судов в границах шестой подзоны приаэродромной территории очень низкая.

Максимальное число голубей на перегрузочной площадке объекта достигало 35 особей. Погодные условия практически не влияли на численность данного вида птиц. Время пребывания голубей на объекте также соответствует таковому для чаек, то есть первые особи появляются в первый час после восхода солнца и покидают его при наступлении сумерек, до наступления темноты (рис. 2).

Динамика численности в течение суток в большинстве дней учёта не имела выраженных пиков численности и составляла в среднем по 10 особей, в 2 раза увеличивалась в мае. Самый длительный период времени нахождения птиц на объекте также отмечен при наступлении белых ночей и составил 17 часов.

При анализе взаимосвязей в суточной динамике численности основных птиц-посетителей (чаек и голубей) тесной прямой корреляционной зависимости не отмечено, средние коэффициенты корреляции составили от 0,4 до 0,74.

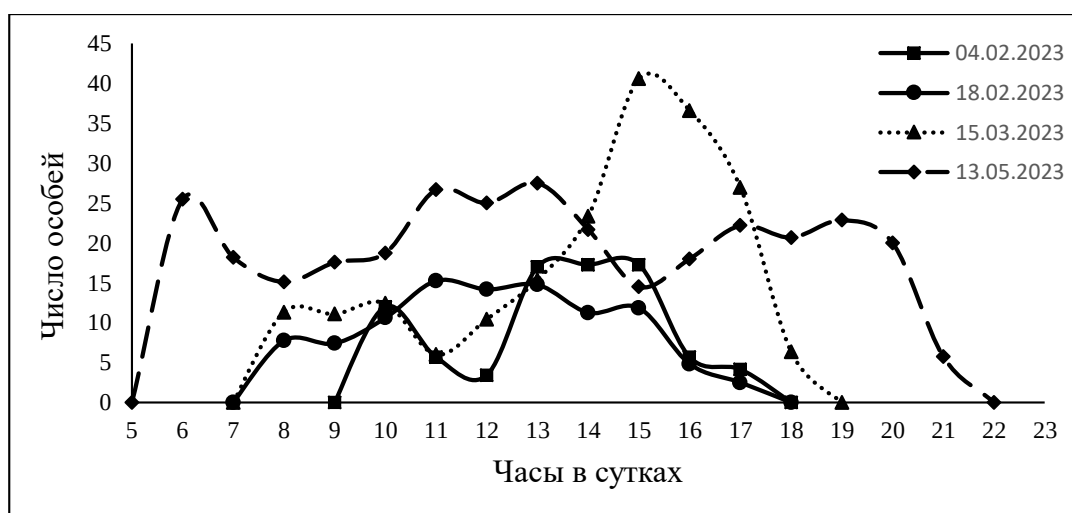


Рис. 2. Суточная динамика численности Сизого голубя *Columbalivia f. domestica*

Галки *Corvus monedula* на перегрузочной площадке присутствуют недолго в течение светлого времени суток. Обычно они прибывают большими стаями до 110 особей и находятся на присадах, периодически перемещаясь на место перегрузки отходов в поисках пищи.

Домовый воробей *Passer domesticus* представлен единичными стайками от 2 до 10 особей. Держится на расстоянии от основных мест поиска пищи более крупных птиц. Присутствует на площадке в течение светлого времени суток.

Выводы

Динамика видового состава птиц-посетителей не зависит от времени года, за исключением представителей рода чаек *Larus*, среди которых в зимний период не отмечается присутствие озерной чайки *Larus ridibundus*, при этом она доминирует в весенне-летний этап учёта.

Среди малочисленных представителей птиц были зафиксированы: Сизый голубь *Columba livia f. domestica*, галка *Corvus monedula* и воробей *Passer domesticus*. Врановые отмечены единичными особями в окрестностях.

Проведённые орнитологические исследования показали, что открытые объекты по сортировке и перегрузке твёрдых бытовых отходов могут являться объектами массового привлечения и скопления птиц. На территории города Санкт-Петербурга наиболее опасным для обеспечения безопасности полётов являются чайки, численность которых может достигать на указанных объектах нескольких сотен одновременно.

Список использованной литературы

1. Постановления Правительства РФ от 02.12.2017 № 1460 с изменениями согласно Постановления Правительства РФ от 24.01.2023 № 78 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1460» [Электронный ресурс]: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201712060012> (дата обращения: 09.04.2024).

2. Амосов П.Н. Адаптивные предпосылки обитания птиц в условиях урбанизированных территорий / П.Н. Амосов, Н.А. Бабурина // Процессы урбанизации и синантропизации птиц: материалы Второй международной орнитологической конференции, Ялта, 14–17 сентября 2021 года / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Мензбировское орнитологическое общество РАН. Союз охраны птиц России. – Ялта: Издательство «У Никитских ворот», 2021. – С. 17–20.

ИЗУЧЕНИЕ СООБЩЕСТВА МЕЗОЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ВЕЛЬЁ И ОЗЕРА ПЕСТОВСКОЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ»

Анисимов Алексей Сергеевич, студент,

Каурова Злата Геннадьевна, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: 6zlata@mail.ru*

Аннотация. В публикации приведен анализ сообществ мезозоопланктона оз. Вельё, оз. Пестовское и прилегающих прудов, входящие в состав национального парка «Валдайский». Индекс сапробности по всем станциям составил 1.39-1.41. Акватория всех станций отнесена к β -мезосапробному типу. В воде станций 1–13 присутствуют процессы эвтрофикации. На основании полученных данных, воду станций 1–13 можно отнести к категории «умеренно загрязненные».

Ключевые слова: зоопланктон, биоиндикация, сапробность, биоразнообразие, Валдай, лимнология.

STUDY OF THE MESOZOOPLANKTON COMMUNITY OF LAKES VELIE AND PESTOVSKOE IN THE NATIONAL PARK «VALDAYSKY»

Anisimov A.S., Kaurova Z. G.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg

Annotation. This publication provides a detailed analysis of the mesozooplankton communities of Lake. Velje, Pestovskoye and adjacent ponds, which are part of the National Park «Valdaysky». The saprobity index equal to 1.39-1.41 for all stations. The water type of all stations is classified as β -mesosaprobic. Presence of eutrophication is observed in the water at stations 1–13. Based on the data obtained, the water from stations 1–13 can be classified as «moderately polluted».

Keywords: *zooplankton, bioindication, saprobity, biodiversity, Valdai, limnology.*

Введение

Территория национального парк «Валдайский» включает в себя более 200 водоемов, объединенных в озерно-речные системы. Эта часть Валдайской возвышенности играет важную роль в снабжении региона питьевой водой [5].

В буферной зоне парка идет активная застройка и формируется новая транспортная инфраструктура, обеспечивающая функционирование сельских поселений и рекреационную деятельность парка. Все это приводит к увеличению антропогенной нагрузки на территорию. Таким образом, для планирования и проведения природоохранных мероприятий возникает потребность в актуальной информации о текущем состоянии окружающей среды [5].

Поскольку одной из целей парка является сохранение природных комплексов, ежегодно публикуются отчеты о состоянии и изменениях наземных и водных экосистем – «летопись природы», где публикуются материалы исследований, проведенных на территории парка. Однако в открытых источниках за последнее десятилетие отсутствуют данные о видовом составе зоопланктона [2; 5]. Поэтому, для актуализации данных о гидроэкосистемах озер парка, было принято решение провести исследование зоопланктона в озере Вельё, Пестовском озере и прилегающих прудах, входящих в одну из наиболее крупных озерно-речных систем парка.

Мезозоопланктон – это мелкий зоопланктон, размером от 0.5 до 2 мм [4]. Входящие в эту экологическую группу организмы играют важную роль в передаче и превращении органических веществ и энергии в озерных экосистемах [2]. Для получения наиболее полной гидробиологической информации о состоянии озер и заполнения пробелов в данных, было решено изучить именно эту группу организмов.

Целью работы было – оценить сапробность и категорию загрязнения оз. Вельё, оз. Пестовское и прилегающих прудов на основании данных по численности, биомассе и видовому составу мезозоопланктона.

Исследования проводились летом и осенью 2023 года. В общей сложности было выбрано 13 мест для сбора проб в литоральной части 7-ми прудов и 2-х озер (Вельё и Пестовское). В совокупности было обработано 120 проб воды. Отбор планктона осуществлялся с использованием планктонной сети Апштейна с диаметром входного отверстия 18 см и размером ячеек сита 100 мкм. Отбор проб, пробоподготовка и обработка проб проводились при помощи стандартных гидробиологических методик [1]. Индекс сапробности (S) рассчитан по индикаторным значениям видов (s) на территории европейской части России [1]. Для определения видовой принадлежности беспозвоночных использовался «Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России» [4].

Видовой состав мезозоопланктона озерно-речной системы Вельё-Пестовское в 2023 году был представлен 9 семействами и 27 видами, 17 из которых встречались единично. Среди представителей *Cladocera* на всей исследованной акватории особенно многочисленными в летнее время были *Bosmina longirostris* и *Polyphemus pediculus*. В осеннее время, на фоне снижения биомассы мезозоопланктона в 10–20 раз, доминировали виды *Bosmina longirostris* и *Diaphanosoma branchyurum*.

В озере Вельё видовой состав – 13 видов, среди которых доминантами являлись *P. pediculus* и *D. branchyurum*. В состав мезозоопланктона Пестовского озера входил отличающийся набор из 13 видов, доминантами являлись *P. pediculus* и *B. longirostris*.

Индекс сапробности (S) составил 1.39–1.41 для всех станций [1]. Акватория всех исследованных станций отнесена к β -мезосапробному типу [1]. Индекс Шеннона для всех станций лежит в диапазоне от 1 до 2. Таким образом,

согласно градации В.А. Яколева, вода всех станций отнесена к категории «загрязненные» [1].

В 1980 году было проведено аналогичное исследование В.А. Авинским на оз. Валдайское, которое находится на расстоянии 30 км от озерно-речной системы Вельё-Пестовское [2]. Схожесть данных проявляется в численном доминировании Cladocera. Однако в пробах станций 1–13 данной работы, соотношение численности Cladocera и остального зоопланктона выше на 0–40%.

В работе В.А. Авинского доминантом является вид *Daphnia cristata* (33% от общей биомассы) который так же, как и виды станций 1–13 данной работы (*Bosmina longirostris* и *Diaphanosoma branchyurum*), характерен для зоны β-мезосапробного типа [1].

Выводы

Сопоставляя данные текущих исследований по численности и видовому составу популяций мезозоопланктона с данными 1980 года, можно отметить сходный сапробиологический статус. Акватория всех исследованных станций отнесена к β-мезосапробному типу [1]. Значительное повышение численности Cladocera относительно общего количества видов, свидетельствует о процессах эвтрофикации на всех станциях исследуемой акватории. Это подтверждает низкий уровень биоразнообразия, определенный при помощи индекса Шеннона [1; 2]. На основании полученных данных, воду станций 1–13 можно отнести к категории «умеренно загрязненные».

Список использованной литературы

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
2. Авинский В.А. Динамика зоопланктона оз. Валдайского // Рыбохоз. изучение внутр. водоёмов. – 1980. – № 25. – С. 11–18.
3. Авинский В.А. Зоопланктон и его продукция в оз. Ужин (Новгородская обл.) // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – 1981. – № 162–163. – С. 149–163.
4. Алексеев В.Р., Цалохин С.Я. (ред.) Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон.

5. Исследования и природоохранные действия на особо охраняемых природных территориях Новгородской области: материалы региональной научно-практической конференции, Великий Новгород, 16–17 декабря 2016 г. / Сост. и ред. В.В. Куропаткин, Е.М. Литвинова. – СПб.: Изд-во «Арт-Экспресс», 2018. – 160 с. – В надз. ОГБУ «Дирекция по управлению ООПТ», ФГБУ Национальный парк «Валдайский», ОАОУ «Новгородский институт развития образования».

УДК 504

ОПЫТ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЕЙШИХ МЕГАПОЛИСОВ МИРА

Антонюк Андрей Владимирович, аспирант

Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов», г. Санкт-Петербург, e-mail: iandrei@me.com,

Антонюк Людмила Викторовна, преп.

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский техникум отраслевых технологий, финансов и права», г. Санкт-Петербург, e-mail: luvican@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются глобальные демографические тенденции, в том числе урбанизация, рост мегаполисов и экологические проблемы городской жизни. Также рассматривается концепция селитебных территорий как средства создания комфортных и устойчивых городских пространств. В статье подчеркивается важность развития гармоничных отношений с природой для улучшения качества жизни горожан.

Ключевые слова: урбанизация, мегаполисы, селитебные территории, экологические вызовы, качество жизни, устойчивость, городская среда.

EXPERIENCE OF LANDSCAPING RURAL AREAS SURROUNDING THE WORLD'S LARGEST MEGACITIES

Antoniuk A.V.¹, Antoniuk L.V.²

¹ St. Petersburg University of the Humanities and Social Sciences, Saint-Petersburg

² Saint Petersburg Technical School of Industrial Technologies, Finance and Law,
Saint-Petersburg

Annotation. The article examines global demographic trends, including urbanization, the growth of megacities, and issues related to the environmental aspects of urban life. She also discusses the concept of residential areas as a way to create comfortable and sustainable urban spaces. The article emphasizes the importance of innovative approaches to resource management and creating harmonious interaction with nature to improve the quality of life of city residents.

Keywords: urbanization, megacities, settlement territories, ecological challenges, quality of life, sustainability, urban environment.

Введение

Быстрое увеличение численности и рост мобильности населения, увеличение доли пожилых людей и урбанизация приобрели глобальные масштабы, представляя собой огромную демографическую динамику, сопровождаемую экологическими, экономическими и социальными проблемами. По прогнозам ООН, к 2050 году уровень глобальной урбанизации достигнет 70%, тогда как в настоящее время около 55% населения мира проживает в городах. Это свидетельствует о том, что мегаполисы становятся неотъемлемой частью современного общества. Неудивительно, что количество мегаполисов с населением, превышающим 10 миллионов человек, увеличивается с каждым годом. В настоящее время таких городов 33, наиболее густонаселенными из них являются Токио, Нью-Дели и Шанхай.

Цель работы – проанализировать и обобщить мировой опыт благоустройства жилых территорий, выявить направления и тренды в этой

сфере. Основной упор делается на изучение успешных практик и инновационных подходов, используемых в разных странах мира. Результаты данного исследования могут служить основой для разработки и совершенствования стратегий и проектов благоустройства жилых территорий в России с учетом лучших мировых практик и общих тенденций в этой сфере.

В России тенденции урбанизации также значительны. По данным Росстата, на 1 января 2024 года городское население страны составило 109 605,7 тыс. человек, что составляет 74,9% от общей численности населения. Это рост по сравнению с 2010 годом, когда доля городского населения составляла 73,5%. Такой рост городского населения свидетельствует о постоянной динамике урбанизации и ее важной роли в формировании социальной и экономической структуры страны.

Гиперурбанизация, охватившая города по всему миру, стала фактором, на который учёные обращают особое внимание. Постепенное слияние пригородов и образование урбанизированных районов, таких как Босваш, Чипиттс, Сансан, свидетельствуют о гигантских агломерациях городов, уже превышающих 1000 и вмещающих более 150 млн человек. Прогнозируется, что в ближайшие годы появится более сотни подобных городских агломераций.

Такой интенсивный рост городов и увеличение плотности населения сопровождаются усилением нагрузки на городскую среду и деградацией городских ландшафтов. В таких районах поддержание экологического баланса между городом и природой становится затруднительным, что приводит к ухудшению качества окружающей среды и негативным последствиям для здоровья населения.

Экологическая деградация урбанизированных территорий становится фактором, способствующим аномалиям окружающей среды и заболеваниям городского населения. Повышенный уровень загрязнения воздуха, недостаток зеленых насаждений и ограниченный доступ к природным ресурсам создают неблагоприятные условия для здоровья и благополучия общества.

Селитебные территории – это урбанистические зоны, специально созданные и спроектированные для создания комфортных и экологически устойчивых мест проживания городского населения. К таким территориям часто относятся парки, скверы, пешеходные зоны и другие элементы, направленные на улучшение качества жизни горожан [1]. В этом определении подчеркивается, что территории поселений создаются с учетом комфорта и устойчивости, включая различные элементы, такие как парки и пешеходные зоны, для повышения качества жизни городских жителей. В нем подчеркивается роль территорий расселения в создании более приятной и здоровой городской среды.

Селитебные территории также могут включать в себя элементы альтернативной энергетики, такие как солнечные панели или ветряные турбины, а также инновационные системы управления отходами и водными ресурсами для обеспечения устойчивости и эффективности ресурсов в городской среде [1–2]. Это определение подчеркивает важность инновационных подходов к управлению ресурсами в городской среде, включая альтернативные источники энергии и системы управления отходами. В нем подчеркивается роль территорий поселений в обеспечении устойчивости и эффективного использования ресурсов.

Селитебные территории – это городские пространства, ориентированные на создание гармоничного взаимодействия человека и природы, а также обеспечение высокого качества жизни горожан. Эти территории часто характеризуются наличием обильной зелени, парковыми зонами, водными объектами и пешеходными дорожками, способствующими активному отдыху и укреплению связи с природой в городской среде [2]. В этом определении подчеркивается важность создания гармоничных городских пространств, способствующих не только физическому, но и эмоциональному благополучию горожан.

Сложились определенные мировые тренды проектов в природообустройстве мегаполисов.

Первый из них – это озеленение городов: создание новых парков, скверов и зеленых зон, а также реконструкция и благоустройство существующих зеленых пространств для повышения их доступности и привлекательности, создание рекреационных пространств, включающих в себя парки, сады, городские леса, лесопарки, пляжи.

В Токио проект «Мегуро Ривер Реновейшн» (Meguro River Renaissance) – одна из наиболее известных инициатив, направленных на благоустройство речного берега Мегуро. Здесь создаются новые парки, пешеходные и велосипедные дорожки, а также зоны отдыха и спорта, что позволяет жителям и туристам наслаждаться природой прямо в городской черте [3].

Инициатива «План 100 гектаров» направлена на развитие новых зеленых зон и парков в Париже, чтобы улучшить качество городской среды и создать новые места для отдыха и рекреации для местных жителей. Проект включает благоустройство общественных пространств, создание детских площадок и спортивных зон, а также озеленение улиц и площадей.

Проект «City Oasis» в Гонконге направлен на создание парковых зон, общественных садов и скверов в центре города для улучшения качества жизни его жителей. Он также включает в себя развитие концепции зеленых крыш для снижения тепловых выбросов и улучшения качества воздуха.

Второй тренд – города без автомобилей. Проект «Город без автомобилей» ограничивает движение машин в центральных зонах Берлина в пользу пешеходных и велосипедных зон, общественного транспорта и озеленения улиц. Он также включает в себя использование устойчивых материалов и технологий для сохранения биоразнообразия и улучшения качества городской среды.

Мегаполисы имеют возможность принимать решения и ставить более смелые эксперименты, чем страны в целом. Например, в августе 2021 года на большинстве улиц Парижа ограничили скорость до 30 км/ч, чтобы снизить смертность на дорогах и количество ДТП, а также уменьшить загрязнение

воздуха. А российская столица закупает более экологичный вид транспорта – электробусы.

Еще один современный тренд развития сельского хозяйства - городские фермы. Например, в Москве работает крупнейшая в мире вертикальная ферма «РусЭко». Площадь посевов составляет более 6 га благодаря вертикальному положению – здесь размещено 280 тыс. лотков с растениями. Ферма производит 5–7 тонн урожая в день.

В московском ЖК «Метрономе», реализуемом девелоперской компанией Брусника, предусмотрены два небольших участка под общественные огороды. По мнению застройщика, это одновременно может быть дополнительным элементом социализации и добрососедства.

Практика обустройства зеленых зон находит свое применение и в образовательных учреждениях. Этот опыт реализуется в школе новосибирского района «Евроберег», где организовали также и гидропоническую ферму. В продолжение этих тенденций огороды планируют организовать в школе и детском саду в подмосковном Видном, а также при реализации проекта школы № 1366 в Москве. Наличие такой инфраструктуры позволяет запускать программы дополнительного образования по специальности «сити-фермерство» [4]. Проекты городских ферм, где жители могут выращивать овощи и фрукты прямо в городе реализуются в Токио, Берлине, Париже и в других крупных мегаполисах. Эти мероприятия способствуют улучшению экологии и обеспечивают доступ к свежим продуктам. Большое развитие получила идея озеленения путем создания вертикальных садов. Применение вертикального озеленения осуществляется для компенсации той площади зелёных насаждений, которую занимает здание, а также создание дополнительных зеленых пространств на фасадах и крышах зданий.

Токио делает ставку на расширение зеленых оазисов и парковых зон, в том числе за счет подвесных садов. Некоторые из них создаются на высоте 35 м. В городе по проекту немецкой студии Ingenhoven Architects завершено строительство комплекса, состоящего из двух небоскребов, покрытых

зелеными растениями. Особенность зданий заключается в наличии озелененных террас на нижних этажах и общедоступного подиума с прогулочными зонами. Зеленая паркинг-галерея Shinjuku Gardens, экопроект от Cheungvogel, для одной из токийских улиц. Этот необычный экообъект демонстрирует замечательный пример экоустойчивой архитектуры и призван интегрировать в инфраструктуру загазованного мегаполиса столь необходимый городу природный ландшафт.

Сингапур уже сейчас является одним из мировых лидеров в области экологии, а также планирует стать к 2030 году практически климатически нейтральным «городом природы». Здесь ведется строительство «зеленого города» Tengah с использованием солнечной энергии и интеграцией природных элементов в городскую инфраструктуру. Одна из самых популярных природных достопримечательностей – «Сады у Залива» (Gardens by the Bay). В садах несколько оранжерей, где можно познакомиться с самыми разными видами флоры со всего мира. Оранжереи выполнены в виде отдельно стоящих купольных стеклянных конструкций без внутренних опор, в которых размещаются вертикальные леса, искусственные водопады, горы.

В России тренд на создание зеленых пространств активно развивают крупные IT-компании, которые исторически были первопроходцами в сфере создания современных и комфортных офисных пространств. «Зеленое» направление развивается в сторону биофильного дизайна, где важными элементами становятся не только растения, но и использование природных материалов и форм в отделке помещений.

Не новый, но не теряющий актуальности тренд, устойчивые технологии: применение энергоэффективных технологий, использование возобновляемых источников энергии, а также улучшение общественного транспорта и инфраструктуры для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Еще одним мировым трендом является редевелопмент территорий. Власти мегаполисов стремятся вдохнуть новую жизнь в неэффективно используемые пространства внутри городской черты.

В Токио на местах старых промышленных зон, например, старой железной дороги, создаются общественные пространства, в которых гармонично сосуществуют магазины, рестораны и кафе, места для отдыха с тщательно подобранными растениями.

В Москве эта тенденция прослеживается в освоении бывших заводов. В зданиях бывших промышленных гигантов возникают новые общественные пространства, арт-кластеры и бизнес-центры Artplay, «Хлебозавод», «Винзавод» и др.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина от 21.07.2020 № 474 одной из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года определена «Комфортная и безопасная среда для жизни». Национальный проект включает в себя 5 федеральных проектов, одним из которых является «Формирование комфортной городской среды».

Региональный проект «Формирование комфортной городской среды» включает в себя благоустройство и развитие зеленых зон и селитебных территорий в Санкт-Петербурге. Проект предусматривает создание и реконструкцию парков, скверов, набережных, а также создание общественных пространств для отдыха и активного времяпрепровождения жителей города. Наиболее значимыми объектами являются: парк Героев-Пожарных, Заневский парк, сквер Военных Железнодорожников, сад Смольного собора, набережной реки Смоленки, набережной реки Карповки, до 2026 года планируется благоустроить Малоохтинский парк. В Красногвардейском районе Санкт-Петербурга набережные рек Охта и Оккервиль стали общественным пространством для отдыха, активного в том числе, и прогулок. Левый берег с велосипедной и пешеходными дорожками, комфортными подходами к воде, детской и спортивной площадками предназначен для активного отдыха. Детская игровая зона сделана в экостиле, впервые в городе использовали морскую гальку, которую специально привезли с Черноморского побережья. Правый берег с экотропой и площадкой для выгула животных представляет собой экологичное пространство.

Примером успешного проекта устойчивого развития в Санкт-Петербурге может служить парк «Новая Голландия», который превратился из заброшенной территории в центр культурной жизни города с собственным парком, выставочными залами, ресторанами и площадками для мероприятий [5].

Эти проекты инициированы с целью улучшения городской среды, создания комфортных условий для проживания и сохранения окружающей среды.

Например, парк «Зарядье» стал символом новой эры благоустройства столицы, предлагая жителям и гостям Москвы оазис зелени и культурных мероприятий в самом центре города.

В рамках строительства новых жилых комплексов также уделяется большое внимание созданию комфортной среды. Многие новые микрорайоны в Москве включают в себя обширные зоны отдыха, пешеходные аллеи, велосипедные дорожки и детские площадки. Примером может служить ЖК «Лефортово Парк», где особое внимание уделено обустройству придомовых территорий с учетом потребностей жителей.

Важным аспектом развития селитебных территорий в Москве является также сохранение и благоустройство исторических парков и скверов. Например, реконструкция парка «Царицыно» превратила его в привлекательное место для прогулок и отдыха горожан, сочетающее в себе историческое наследие и современные экологические технологии [6].

Выводы

Опыт природообустройства селитебных территорий в крупнейших мегаполисах мира свидетельствует о необходимости и эффективности интеграции природных элементов в городскую среду. Проекты, рассмотренные в статье, показывают, что создание зеленых зон, парков, городских ферм и других элементов природной среды способствует улучшению экологии, здоровью горожан и общему благополучию городов. Исследование опыта различных стран позволяет выявить лучшие практики и применить их в разработке стратегий урбанистического развития для будущих поколений.

Главное – это изменить не город, а самих себя, наши привычки, то, как мы обращаемся с городской средой.

Список использованной литературы

1. МЧС России. Зона Селитебная. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]. – <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/486> (дата обращения: 15.04.2024).
2. Beatley T. Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning. – Washington: Island Press, 2011. – 312 p.
3. Tokyo Weekender. Tokyo's Changing Cityscape: A Greener Future by 2030? [Электронный ресурс]. – <https://www.tokyoweekender.com/japan-life/tokyos-changing-cityscape-greener-future-by-2030/> (дата обращения: 15.04.2024).
4. Городская экология и благоустройство: опыт Москвы // Московские научно-практические чтения. – 2021. – № 3 (11).
5. Кузнецова Е.В., Рогачева, А.В. Устойчивое развитие городской среды: опыт Санкт-Петербурга. – 2020.
6. «Зелёный тренд: жители мегаполисов озаботились близостью к природе и трудом на земле» [Электронный ресурс]. – URL: <https://stroygaz.ru/publication/projection/zelenyy-trend-zhiteli-megapolisov-ozabotilis-blizostyu-k-prirode-i-trudom-na-zemle/> (дата обращения: 15.04.2024).

УДК 595.3(265.53)

ВЕСЛОНОГИЕ РАКООБРАЗНЫЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Вологодина Светлана Евгеньевна, студент,

Мкртчян Маня Эдуардовна, д-р вет. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: moonorchide@gmail.com*

Аннотация. *Статья посвящена исследованию пространственного распределения веслоногих ракообразных на акватории восточной части*

Финского залива. Для оценки видового разнообразия использовался индекс Шеннона.

Ключевые слова: зоопланктон, веслоногие ракообразные, Финский залив, индекс Шеннона.

COPEPODS OF THE EASTERN GULF OF FINLAND

Vologdina S.E., Mkrtchyan M.E.

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg

Annotation. The article is devoted to the study of the spatial distribution of copepods in the waters of the eastern part of the Gulf of Finland. The Shannon index was used to assess species diversity.

Keywords: zooplankton, copepods, Gulf of Finland, Shannon index.

Введение

Веслоногие ракообразные восточной части Финского залива на данный момент изучены недостаточно. Отсутствуют полные сведения об особенностях пространственного распределения на акватории залива и характере динамики численности этих животных. Данная работа преследует цель частичного восполнения этого пробела.

Материалом исследования являлись пробы воды, отобранные на 11-ти станциях восточной части Финского залива в июле и сентябре 2023 года при помощи сети Джеди с диаметром сети 30 см и размером ячеек 74 мкм. При отборе проб сеть опускалась в воду до необходимого горизонта с закрытым краном для слива на стакане. После подъема сети кран стакана открывался, и проба переливалась в подготовленную заранее чистую посуду. После облова каждого горизонта сеть споласкивалась. Пробы фиксировались 10%-м раствором формалина [2]. Горизонт отбора проб составлял 0–10 м. Всего было обнаружено 14 видов копепод, объединенных в 10 родов и 7 семейств. В данной работе представлены результаты обработки проб, взятых на 21 и 4-й

станциях. Их выбор обусловлен расположением: станция 21 принадлежит мелководному району восточной части Финского залива, станция 4 – глубоководному району [1]. Расположение станций продемонстрировано на рис. 1.



Рис. 1. Карта станций восточной части Финского залива

По завершении экспедиции пробы воды были доставлены в лабораторию для дальнейшего анализа.

Согласно методике обработки гидробиологических проб, сначала из емкости с пробой при помощи пипетки Мора и груши откачивалась большая часть воды. Поскольку зафиксированный зоопланктон оседает на дно емкости, необходимо было оставить несколько сантиметров осадка. Оставшаяся жидкость переливалась в камеру Богорова, предназначенную для учета зоопланктона, и просматривалась под малым увеличением светового микроскопа. Результаты обработки проб представлены в табл. 1–2.

Таблица 1

Численность и биомасса веслоногих ракообразных на станции 21

Вид	Численность в летний период, экз/м ³	Биомасса в летний период, мг/м ³	Численность в осенний период, экз/м ³	Биомасса в осенний период, мг/м ³
CYCLOPOIDA				
<i>Nauplii Cycl.</i>	395	0,775	1824	3,029
<i>Eucyclops serrulatus</i>	1596	116,540	12	0,956

<i>serrulatus</i>				
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	2451	25,762	2830	32,787
<i>Cyclops strenuus</i>	0	0	2	0,312
<i>Mesocyclops crassus</i>	0	0	141	3,712
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	0	0	902	9,093
CALANOIDA				
<i>Nauplii Cal.</i>	6915	5,289	4028	5,217
<i>Acartia bifilosa</i>	167	0,020	4028	5,217
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	3	0,214		
<i>Eurytemora affinis</i>	5780	83,895	1263	43,348
<i>Eurytemora hirundoides</i>	522	23,360	461	28,187
<i>Limnocalanus macrurus</i>	1984	2,762	7	6,780
HARPACTICOIDA				
<i>Halectinosoma curticorne</i>	850	13,006	0	0

Результаты наших исследований показали, что на станции 21 всего было выявлено 10 видов веслоногих ракообразных, объединенных в 8 родов, 6 семейств из 3 отрядов. При этом установлено, что в летний период преобладали представители вида *Eurytemora affinis*, в осенний – *Mesocyclops oithonoides*.

Исследования показали, что основные наиболее распространенные виды встречаются также на станции 4 (табл. 2).

Таблица 2

Численность и биомасса веслоногих ракообразных на станции 4

Вид	Численность в летний период, экз/м ³	Биомасса в летний период, мг/м ³	Численность в осенний период, экз/м ³	Биомасса в осенний период, мг/м ³
CYCLOPOIDA				
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	29	0,787	0	0
<i>Nauplii Cycl.</i>	0	0	2177	4,075
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	0	0	3	0,101
CALANOIDA				
<i>Nauplii Cal.</i>	339	0,003	9327	12,139
<i>Acartia bifilosa</i>	10	0,255	9327	12,139
<i>Eurytemora hirundoides</i>	10007	182,566	928	7, 034
<i>Pseudocalanus sp.</i>	0	0	4	0,271

Как видно из данных табл. 2, на станции 4 в течение всего года зарегистрированы представители 2 отрядов: Cyclopoida и Calanoida. При этом в июле наибольшая численность зарегистрирована вида *Eurytemora hirundoides*, а в сентябре – *Acartia bifilosa*.

Индекс видового разнообразия Шеннона-Винера (H') используется при экологических исследованиях для измерения количественного уровня биоразнообразия в конкретной среде. Он учитывает, как количество различных видов, так и их относительную численность. Этот индекс вычисляется по следующей формуле:

$$H' = -\sum p_i / (N \cdot \log(n/N)),$$

где p_i – число особей конкретного вида в пробах; N – общая численность особей всех видов в пробах [3].

Значение индекса Шеннона для каждой станции в летний и осенний период представлено на рис. 2.

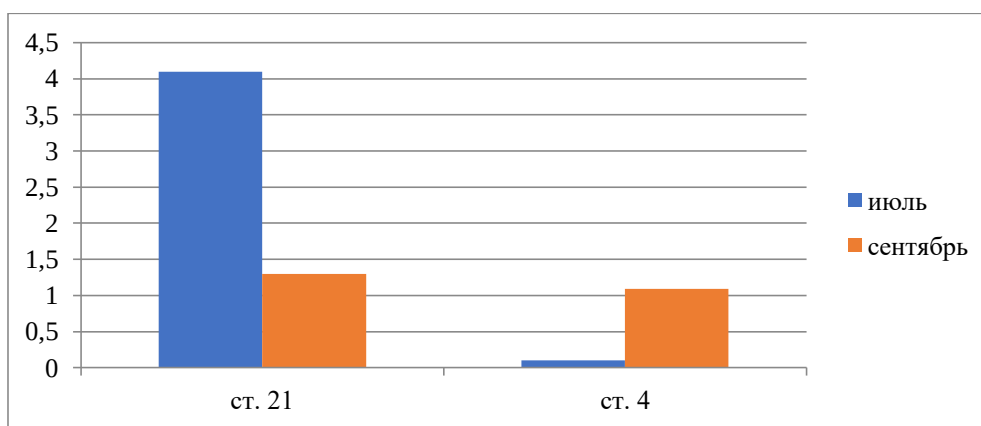


Рис. 2. Индекс Шеннона для веслоногих ракообразных восточной части Финского залива

Выводы

В результате обработки проб на станции 21 всего выявлено 10 видов веслоногих ракообразных, объединенных в 8 родов и 6 семейств, а на станции 4–5 видов, относящихся к 4 родам и 4 семействам.

Наибольшей численностью в летних пробах со станции 21 обладают *Eurytemora affinis*, в осенних – *Mesocyclops oithonoides*. На станции 4 в июле преобладали особи *Eurytemora hirundoides*, в сентябре – *Acartia bifilosa*.

Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось на мелководных станциях, наименьшее – на глубоководных, что может быть связано с показателем солености воды.

Индекс Шеннона осенних проб станции 4 превышает значения для летних проб, из чего можно сделать вывод, что виды, вносящие наибольший вклад в сообщество веслоногих ракообразных глубоководного района восточной части Финского залива, предпочитает обитание в воде, температура которой находится в диапазоне от 10 до 15°C. Для станции 21 индекс Шеннона осенью оказался ниже, что свидетельствует о том, что виды, обитающие там, предпочитают температуру воды, приблизительно равную 20°C.

Список использованной литературы

1. Доклад «Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2022 году». – М.: Комитет по природным ресурсам Ленинградской области, 2023. – 219 с.
2. Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) / А.Ф. Волков // Известия ТИНРО. – 2008. – № 154. – С. 405–416.
3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

УДК 611.018:597.552.3/.51:556.555.8(282.247.212)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МИКРОПЛАСТИКА, НАЙДЕННОГО В OSMERUS EPERLANUS И COREGONUS ALBULA, ВЫЛОВЛЕННЫХ В ЛАДОЖСКОМ ОЗЕРЕ

Доценко Татьяна Юрьевна, студент,

Салова Марина Сергеевна, канд. вет. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, email: marina_spb@bk.ru*

***Аннотация.** Рассмотрена актуальная проблема загрязнения водных экосистем микропластиком и его потенциальное воздействие на человека через пищевые продукты. Проведена оценка уровня микропластика в корюшке*

(Osmerus eperlanus) и рипусе (Coregonus albula), выловленных в различных точках Ладожского озера.

Ключевые слова: микропластик, корюшка, рипус, Ладожское озеро.

DETERMINATION THE AMOUNT OF MICROPLASTICS FOUND IN OSMERUS EPERLANUS AND COREGONUS ALBULA CATCHED IN LAKE LADOGA

Dotsenko T.Y., Salova M.S.

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg

Annotation. *The current problem of pollution of aquatic ecosystems with microplastics and its potential impact on humans through food products is considered. An assessment was made of the level of microplastics in smelt (Osmerus eperlanus) and ripus (Coregonus albula) caught at various points in Lake Ladoga.*

Keywords: *microplastic, smelt, ripus, Lake Ladoga.*

Введение

Проблема пластикового загрязнения морской среды на данный момент является широко освещаемой в научной литературе. Существует большое количество исследований, показывающих негативное влияние пластикового мусора как на организмы, так и на морские экосистемы в целом. Пластик можно встретить по всему Мировому океану, его широкое распространение связано с тем, что источники обширны, а частицы, благодаря своей лёгкости, переносятся течениями, быстро мигрируя из одной точки в другую. Другим фактором, обуславливающим столь обширное загрязнение микропластиком, является его трудноразлагаемость в естественных условиях среды. Пластики не поддаются полному биологическому или химическому разложению, но под действием внешних факторов распадаются на мелкие частицы – микропластик.

Целью данной работы является – определение количества микропластика в корюшке (*Osmerus eperlanus*) и рипусе (*Coregonus albula*), выловленных в различных точках Ладожского озера.

Микропластики представляют собой разнообразный набор загрязняющих веществ, включая разные типы полимеров, формы и размеры, а также примешанные химические вещества. Эти частицы микропластика можно обнаружить повсюду, включая водные системы, отложения, воздух, продукты питания и даже питьевую воду. Это распространение микропластика вызывает беспокойство из-за его потенциального воздействия на водные экосистемы и здоровье человека. Прогнозы свидетельствуют, что концентрация микропластика будет продолжать расти, если не будут внесены радикальные изменения в управление и производство пластиковых отходов [3].

Ладожское озеро является важным водоёмом для г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Озеро является частью водной магистрали, а также широко используются для рыболовства. Наибольшее промысловое значение имеет корюшка и рипус. В связи с этим необходимо учитывать степень загрязнения рыбы микропластиком [1].

Материалы и методы: для проведения опытов была отобрана корюшка (*Osmerus eperlanus*) и рипус (*Coregonus albula*) из 4 точек Ладожского озера.

Таблица 1

Точки отбора рыбы из Ладожского озера

Номер пробы	Место отлова	Кол-во <i>Osmerus eperlanus</i>	Кол-во <i>Coregonus albula</i>
1	Ладожское озеро, возле Новой Ладоги	20 рыб	13 рыб
2	Ладожское озеро, Свирская губа	20 рыб	20 рыб
3	Ладожское озеро, недалеко от Приозерска	23 рыбы	20 рыб
4	Ладожское озеро, бухта Петрокрепость	20 рыб	20 рыб
5	Ладожское озеро, Тайпаловский залив	20 рыб	20 рыб

В результате анализа проб рыбы из Ладожского озера во всех пробах были обнаружены частицы микропластика.

Результаты исследований представлены в табл. 2–5 и на рис. 1–4.

По результатам исследования корюшки в мышечной ткани всех образцов был обнаружен микропластик, в среднем 0,56 частиц на грамм, чаще всего встречались волокна (почти 52%). Во всех образцах желудочно-кишечного тракта также обнаружен микропластик, его количество превышает количество микропластика в мышечной ткани, в среднем 0,608 ед./г, больше всего обнаружено волокон – почти 53%. Наибольшее количество обнаружено в рыбе, выловленной в районе Приозерска и Бухты Петрокрепость Ладожского озера.

Таблица 2

Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах мышечной ткани рыб вида *Osmerus eperlanus*

Номер пробы	Общее количество МП (ед./г)	Кол-во волокон (ед./г)	Кол-во гранул (ед./г)	Кол-во плёнок (ед./г)
1	0,417	0,206	0,204	0,007
2	0,436	0,228	0,197	0,011
3	0,452	0,239	0,203	0,0098
4	0,594	0,309	0,273	0,012
5	0,403	0,199	0,197	0,007

Распределение типов МП в мышечной ткани рыб вида *Osmerus eperlanus*, %



Рис. 1. Распределение типов МП в мышечной ткани рыб вида *Osmerus eperlanus*

**Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах
желудочно-кишечного тракта рыб вида *Osmerus eperlanus***

Номер пробы	Общее количество МП (ед./г)	Кол-во волокон (ед./г)	Кол-во гранул (ед./г)	Кол-во плёнок (ед./г)
1	0,482	0,252	0,221	0,009
2	0,497	0,268	0,219	0,01
3	0,454	0,229	0,213	0,012
4	0,648	0,328	0,303	0,017
5	0,461	0,243	0,21	0,008

Распределение типов МП в ЖКТ рыб вида *Osmerus eperlanus*, %



Рис. 2. Распределение типов МП в желудочно-кишечном тракте рыб вида *Osmerus eperlanus*

По результатам исследования рипуса в мышечной ткани всех образцов был обнаружен микропластик, чаще всего встречались волокна (55%), всего в среднем 0,48 ед./г. Во всех образцах желудочно-кишечного тракта также обнаружен микропластик, его количество превышает количество микропластика в мышечной ткани, среднее количество составляет 0,515 ед./г, больше всего обнаружено волокон – 57%.

Таблица 4

**Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах
мышечной ткани рыб вида *Coregonus albula* (средний возраст 2 года)**

Номер пробы	Общее количество МП (ед./г)	Кол-во волокон (ед./г)	Кол-во гранул (ед./г)	Кол-во плёнок (ед./г)
1	0,424	0,225	0,193	0,006
2	0,416	0,216	0,195	0,005
3	0,467	0,247	0,213	0,007
4	0,638	0,332	0,294	0,012
5	0,462	0,251	0,205	0,006

**Распределение типов МП в мышечной ткани рыб
вида *Coregonus albula*, %**

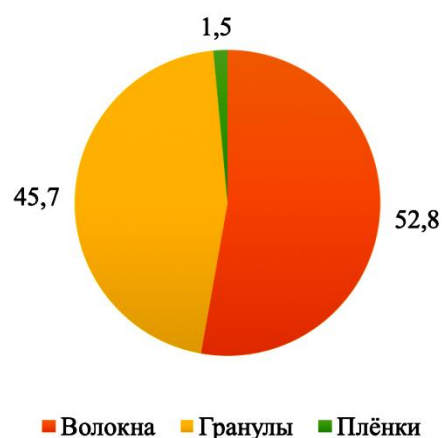
Рис. 3. Распределение типов МП в мышечной ткани рыб вида *Coregonus albula*

Таблица 5

**Количество частиц МП, обнаруженного в исследуемых образцах
желудочно-кишечного тракта рыб вида *Coregonus albula*
(средний возраст 2 года)**

Номер пробы	Общее количество МП (ед./г)	Кол-во волокон (ед./г)	Кол-во гранул (ед./г)	Кол-во плёнок (ед./г)
1	0,476	0,248	0,222	0,006
2	0,458	0,241	0,211	0,006
3	0,521	0,273	0,24	0,008
4	0,673	0,351	0,308	0,014
5	0,445	0,276	0,163	0,006

**Распределение типов МП в ЖКТ рыб вида
Coregonus albula, %**



Рис. 4. Распределение типов МП в желудочно-кишечном тракте
рыб вида *Coregonus albula*

Выводы

Результаты исследований рыбы из Ладожского озера подтвердили неравномерное распределение микропластика в водоёме. Наиболее загрязненными являются точки возле промышленных городов – Приозёрский район и бухта Петрокрепость, это подтверждается более высоким количеством частиц микропластика в 1 грамме рыбы, по сравнению с более чистыми районами. Южные районы Ладожского озера подвержены более сильному загрязнению в виду высокой антропогенной нагрузки. [2] По результатам исследований рыб, наиболее чистыми оказались точки возле Новой Ладоги и Свирской губы.

Список использованной литературы

1. Гринюк Е.С. Влияние абиотических факторов на рост и развитие *Clarias Gariepinus* в ранний период онтогенеза // В сборнике: «Актуальные проблемы экологии и природопользования». Материалы национальной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов». – 2022. – С. 15–17.
2. Каурова З.Г. Содержание микропластика в юго-восточной части Ладожского озера / З.Г. Каурова, Д.Д. Карпов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 3. – С. 78.
3. Zhang Y. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives / Y. Zhang, S. Kang, S. Allen // Earth-Science Reviews. – 2020. – № 203. – P. 971–986.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОПЛАСТИКА В ВОДЕ МАЛЫХ ОЗЕРАХ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ»

Карякина Анастасия Павловна, студент,

Каурова Злата Геннадьевна, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: 6zlata@mail.ru*

Аннотация. Изучено содержание микропластика в восьми малых озерах селитебной зоны национального парка. Загрязнение микропластиком обнаружено во всех объектах исследования; наиболее загрязнены озера с высокой рекреационной антропогенной нагрузкой.

Ключевые слова: загрязнение микропластиком, Валдай, пресноводные объекты, национальный парк, селитебная зона.

MICROPLASTIC CONTENT IN «VALDAYSKY» NATIONAL PARK'S SMALLER LAKES

Karyakina A.P., Kaurova Z.G.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg

Annotation. Microplastic content measured in eight small lakes of the national park's residential area. Microplastic pollution was found in all samples, and was most prominent in lakes with a high recreational anthropogenic influence.

Keywords: microplastic pollution, Valday, freshwater bodies, national park, residential area.

Введение

Загрязнение частицами микропластика является не только новой, но и весьма актуальной проблемой в области природопользования и охраны окружающей среды. Особенно остро она встает на уязвимых территориях, в

частности, в буферных зонах национальных парков. Использование территорий с особым охранным статусом в рекреационных целях приводит к появлению загрязнения пластиковыми отходами, что может нанести существенный ущерб состоянию окружающей среды не только селитебных и рекреационных участков буферной зоны, но и заповедной части парков.

Целью работы являлось – определение содержания микропластика в малых озерах национального парка «Валдайский», подвергающихся различной антропогенной нагрузке, и выявление взаимосвязи между интенсивностью нагрузки на малые озера и количеством обнаруженного пластика.

В период июня-июля 2023 года, по согласованию с научным отделом национального парка «Валдайский», на восьми малых озерах парка в рекреационных и селитебных зонах отбирались пробы для определения содержания в них частиц микропластика.

Точками отбора были озера Пестовское, Уклейно, Моховое, Павлово, Белое, Полонец, Васильково и Гнильское озера, в выбранных точках, подвергались антропогенному воздействию в разной степени. Озеро Белое было выбрано в качестве контрольной точки, как озеро с наименьшей антропогенной нагрузкой (удалено от населенных пунктов, не имеет подходов к воде или других признаков рекреационного использования).

На каждой точке пробы воды были отобраны и обработаны в трехкратной повторности. Использована методика анализа микропластика в пробах воды [1]. Подсчитано содержание микропластика в каждой из трех проб на точке, затем найдено среднее количество частиц. Отмечались также внешние характеристики подсчитываемых частиц, такие как форма (нитевидная, грануловидная, или пленка) и цвет (черный, белый, красный, синий и т.д.) с целью определения возможных источников загрязнения.

В процессе отбора проб на всех точках отмечено присутствие крупного пластикового мусора, в том числе одноразовой посуды, пакетов, тары и неопознанных фрагментов. Содержание микропластика отмечено на каждой из

изученных точек, в том числе на контрольной. Результаты подсчета пластика отражены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты подсчета микропластика

Точка отбора проб	Количество частиц микропластика, шт.		
	Грануловидный	Нитевидный	Пленки
Оз. Пестовское	247	15	3
Оз. Уклейно	278	21	9
Оз. Моховое	319	17	6
Оз. Павлово	245	6	7
Оз. Белое	190	4	1
Оз. Полонец	243	23	0
Оз. Васильково	259	14	11
Оз. Гнильское	235	19	6

Общее содержание микропластика было выше на оз. Уклейно, Моховое, Васильково, испытывающих наибольшую антропогенную нагрузку. Наиболее широко представлены гранулярные и нитевидные частицы. Среди гранулярных частиц преобладает черный цвет (58%) – его источником являются частицы шин автотранспорта, и белый (34%) – пенопласт, белая одноразовая посуда. Реже встречающиеся гранулы других цветов также можно отнести к частицам одноразовой посуды [2]. Высокое содержание гранулярных частиц отмечалось в точках, где водоем находился вблизи дороги с относительно активным движением, в случае оз. Уклейно и Васильково, или вблизи обустроенной, часто используемой зоны отдыха, в случае оз. Моховое.

На оз. Уклейно, Полонец отмечено высокое содержание нитевидных частиц, среди которых преобладают черный, красный и синий цвета (61, 31 и 8%, соответственно). Их происхождение может быть связано с одноразовой посудой и с волокнами сетей рыбопроизводных садков [2]. С близостью подобных осадков можно связать высокое количество данных частиц на оз. Уклейно и Полонец – в непосредственной близости от них, на оз. Вельё располагаются рыбопроизводные предприятия.

Все обнаруженные частицы пленок были прозрачными, их источником являются полиэтиленовые пакеты и упаковки [2].

Наименьшее содержание микропластика отмечено на оз. Белое и Пестовское. На этих точках отбора проб отмечалось отсутствие следов рекреационной нагрузки и относительно малая загруженность проходящих рядом дорог.

Выводы

В процессе исследования отобраны и изучены пробы на восьми малых озерах национального парка. Наибольшее содержание микропластика отмечалось на точках с наибольшей рекреационной нагрузкой (оз. Уклейно, Моховое, Васильково), однако присутствие частиц микропластика было отмечено на всех исследуемых точках. Присутствие пластика обуславливает опасность для окружающей среды, а также может оказать негативное влияние на ихтиоценозы исследуемых озер [3]. В целях сохранения окружающей среды на территории ООПТ необходимо, в первую очередь, снизить интенсивность загрязнения, а именно уменьшить использование пластика, прежде всего, одноразового, на территории парка. Также необходимо подобрать более технологичные, адекватные способы удаления присутствующего микропластика из среды.

Список использованной литературы

1. Зобков М.Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов / М.Б. Зобков, Е.Е. Есюкова // Океанология. – 2017. – Т. 58. – № 1. – С. 149–157.
2. Куцко К.Э. Классификация, общая характеристика и идентификация частиц микропластика в пробах воды / К.Э. Куцко, А.Л. Жук // Устойчивое развитие: региональные аспекты: Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Брест, 2019.
3. Alberghini L, Truant A, Santonicola S, Colavita G, Giaccone V. Microplastics in Fish and Fishery Products and Risks for Human Health: A Review. – Int J Environ Res Public Health, 2022, Dec 31; 20(1):789.

**ОЦЕНКА ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДЕНДРОФЛОРЫ НА ПРИМЕРЕ ЗЕЛЕННЫХ
НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОГО РАЙОНА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Каурова Злата Геннадьевна, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: 6zlata@mail.ru*

Аннотация. *Статья посвящена оценке пылеулавливающей способности различных представителей дендрофлоры, использованных при озеленении Московского района г. Санкт-Петербурга. На основании полученных данных, обследованные виды образуют следующий ряд в порядке убывания пылеудерживающей способности: тополь бальзамический – клен ясенелистный – каштан конский – яблоня ягодная – липа сердцелистная – вяз приземистый.*

Ключевые слова: *город, пыль, загрязнение, деревья, пылеудерживающая способность.*

**ASSESSMENT OF DUST COLLECTION CAPABILITIES OF VARIOUS
REPRESENTATIVES OF DENDROFLORA ON THE EXAMPLE OF GREEN
PLANTINGS OF THE MOSCOW DISTRICT OF ST. PETERSBURG**

Kaurova Z.G.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg

Annotation. *The article is devoted to assessing the dust collection capacity of various representatives of dendroflora used in landscaping the Moskovsky district of St. Petersburg. Based on the data obtained, the surveyed species form the following series in descending order of dust-holding capacity: balsam poplar – ash maple – horse chestnut – berry apple tree – heart-leaved linden – squat elm.*

Key words: *city, dust, pollution, trees, dust holding capacity.*

Введение

Процесс урбанизации, неуклонно наращивающий свои темпы в последние десятилетия, сопровождается рядом экологических проблем, одной из которых является пылевое загрязнение. Мелкие твердые частицы пыли образуются вследствие ветровой эрозии почвы и песчаных поверхностей, а также за счет антропогенных воздействий, таких, как строительные и разрушающие работы, движение автотранспорта, деятельность промышленных предприятий и.т.п. Широко распространенные во всем мире коэффициенты качества атмосферы AQI за основу при расчете принимают количество пылевых частиц в воздухе. Причем, безопасные уровни PM10 составляют 0–54 мкг/м³, а PM2.5 – 0–12.0 мкг/м³. Отечественные предельно допустимые концентрации (ПДКс.с) для взвешенных в воздухе частиц, согласно СанПин 1.2.3685-2, составляют 0,15 мг/м³. При превышении этих величин пылевое загрязнение начинает оказывать негативное воздействие на здоровье горожан, вызывая рост заболеваемости, прежде всего, болезнями органов дыхания. Опосредованно, за счет контаминации пылевыми частицами акватории и береговой линии водоемов, снижается качество воды. Загрязняются урбоземы, и уменьшается их плодородие. Как следствие, изменяется в меньшую сторону устойчивость к негативным воздействиям городской дендрофлоры и ее возможность выполнять защитные функции. Для борьбы с пылевым загрязнением, традиционно, при строительстве и реконструкции объектов используют специальные, уменьшающие образование пыли, материалы и технологии, устанавливают системы очистки и кондиционирования воздуха на предприятиях и в общественных зданиях и шумо-пылезащитные экраны вдоль оживленных магистралей, создают санитарно-защитные зоны, организуют регулярную уборку территорий с использованием современных технологий и реактивов. Однако, основным, эффективным и наиболее экологичным способом является создание зеленых зон. Эти зоны выполняют санитарно-гигиеническую, рекреационную, структурно-планировочную и архитектурно-эстетическую функции. Зеленые насаждения играют важную роль в

экологической оптимизации городской среды и создании благоприятного микроклимата. Для их формирования используются древесные породы, которые эффективно улавливают и удерживают пыль на своих листьях.

Санкт-Петербург всегда являлся одним из европейских лидеров в развитии садово-паркового хозяйства. С самого основания города, его озеленению уделялось особое внимание. Однако, не только историческая часть города, но и территории, вошедшие в черту города в последние десятилетия, обладают обширными зелеными зонами. В настоящий момент зеленые насаждения общего пользования занимают в Санкт-Петербурге 10413,9 гектаров, в них входят 55 парков, 159 садов, 686 скверов, 214 бульвар, 775 озелененных улицы и ряд объектов прочего озеленения [5].

Загрязнение воздуха пылевыми частицами является серьезной проблемой не только для промышленных зон Санкт-Петербурга, но и для территорий, используемых для жилой застройки и рекреации. При осуществлении многих строительных технологических процессов, строительных и отделочных работ, приоритетным загрязняющим атмосферу компонентом является пыль, количество которой в районах строительства возрастает. Это не может не сказаться на состоянии зеленых насаждений города и выполнении их пылезащитных функций. В последние десятилетия рост Санкт-Петербургской агломерации ускорился, доля жилищного строительства на территории до 20 км от Кольцевой автодороги превысила 40%, причем часть застройки проходит по зеленой зоне. В процессе строительства в быстро растущих районах, к которым относится и Московский, старые деревья вырубаются, уступая место молодым посадкам. Однако, хорошо известно, что преобладание в городах деревьев возрастом до 25 лет снижает декоративную ценность насаждений и ослабляет их защитную функцию и это при том, что зеленые насаждения задерживают до 60–70% пыли в воздухе и большая часть ее оседает на поверхности листьев деревьев и кустарников [3]. Очевидно, молодые растения уступают здесь растениям более старым, с хорошо развитой кроной. Таким образом, планируя озеленение и подбирая древесные культуры, для него необходимо выбирать

наиболее устойчивые к агрессивной городской среде виды, обладающие большей пылеулавливающей возможностью. Пылеудерживающая способность растений зависит от опушенности листовых пластинок, площади поверхности листа, шероховатости, клейкости, глянцевого, наличия воска. Осаждающая способность прямо пропорциональна суммарной величине поверхности, листа и зависит от его строения, а также размеров кроны дерева. Эта величина весьма неодинакова для различных древесных и кустарниковых видов растений [7]. Кроме того, пылеулавливающая способность деревьев зависит от уровня их жизненного развития, который непосредственно связан с качеством окружающей среды, которые в таком мегаполисе, как Санкт-Петербург, весьма неоднородны. Вопросы устойчивости древесных растений к пылевому загрязнению атмосферы остаются до сих пор изученными недостаточно. При планировании озеленения очень важно знать, насколько благополучны и эффективны, как пылевые барьеры уже имеющиеся посадки. Полученная информация может быть использована при подборе пород для формирования зеленых насаждений.

Целью настоящей работы являлась оценка жизнестойкости зеленых насаждений различных зон Московского района г. Санкт-Петербурга и пылеудерживающих возможностей, основных составляющих их древесных пород.

Исследования проведены в последней декаде августа – первой декаде сентября 2021–2023 годов, в период наибольшего развития крон. Объект исследований – древесные растения, произрастающие в Московском районе г. Санкт-Петербурга в составе различных категорий городских зеленых зон: крупные магистральные посадки (ЗМП) вдоль Московского проспекта и проспекта Ю. Гагарина; зоны активной застройки (ЗАЗ) вдоль Лиговского проспекта, улиц Орджоникидзе и Типанова, зоны внутридворового озеленения (ЗВО). В качестве зоны условного контроля (ЗУК) выбраны территории городских парков – парка Авиаторов и Московского парка Победы.

Изучены следующие 6 видов древесных растений, наиболее широко использованных на территории Московского района [6]: клен ясенелистный или американский (*Acer negundo* L.), вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.).

Пробные площади закладывали регулярным способом (по 10 в каждой зоне, размером не менее 0,2 га в зависимости от площади исследуемой категории насаждений) [2]. В пределах пробных площадей проведен отбор по 100 листьев с 10 растений каждого вида. Отбор и определение проводились в трехкратной повторности. В районах исследования проведена оценка жизненного состояния выделенных видов древесных растений, преобладающих в насаждениях. Жизненное состояние оценивалось на основании развития ассимиляционного аппарата, согласно общепринятой методике [4], по десятибалльной шкале. Оценивали: степень облиствленности крон, количество живых ветвей и непораженных листьев в кронах, среднее количество площади листа. После чего определяли суммарную оценку (максимально 40 баллов) состояния деревьев каждого вида и проводили распределение деревьев по шкале категорий: 39–40 баллов – хорошее состояние; 35–38 – удовлетворительное; менее 35 баллов – ослабленные растения. Математическую обработку материалов провели с применением статистического пакета «Statistica».

Анализ полученных данных показал, что наибольшей жизненностью во всех выбранных зонах обладал клен ясенелистный и тополь бальзамический (35–40 баллов). Более высокими показатели были в парковой зоне (ЗУК) и зоне внутридворового озеленения (ЗВО) (37–40 баллов). Наименьшие показатели в зоне крупных магистральных посадок (ЗМП) (35–37 баллов). Достаточно высокими были показатели жизненного состояния яблони ягодной и каштана конского, в среднем по всем территориям они составили 38 баллов. Более высокими оказались показатели в зоне ЗВО (39–40 баллов), более низкими – в

зоне ЗМП (35–37 баллов). Наибольшее количество особей с низкими баллами жизненного состояния относилось к видам *Ulmus pumila* L. и *Tilia cordata* Mill (30–36 баллов) и было отмечено в магистральных посадках и зонах активной застройки, характеризующихся наиболее сильной степенью загрязнения атмосферного воздуха и почв. Следует отметить, что большая часть лип с низким баллом жизненности относится к посадкам последних 10 лет, находящихся в зоне активной застройки (ЗАЗ) с интенсивным транспортным потоком. Полученные данные свидетельствуют о снижении адаптивной способности молодых деревьев этого вида к агрессивным условиям современной городской среды.

Наибольшая пылеемкость отмечалась у тополя бальзамического и яблони ягодной. В среднем за период исследований она составила 1.0 и 0.8 мг/см², соответственно. Самый низкий показатель удельной пылеемкости показал вяз приземистый 0.5 мг/см². Удельная пылеемкость остальных видов изменялась в близких пределах и составила в среднем за период исследований 0.6–0.7 мг/см².

Самой низкой способностью пылеудержания характеризовались растения в зоне ЗМП, что можно связать с особенностями аэродинамического режима в магистральных посадках, особенно, в случае, когда магистраль проходит по плотной многоэтажной застройке и характеризуется высокой интенсивностью транспортного потока. Именно к этой категории относятся Московский проспект и проспект Ю.Гагарина в Санкт-Петербурге.

Среднее количество пыли, осаждаемой листьями городских деревьев, вдоль трасс в среднем в 1.1 раза превышает аналогичный показатель на территориях активной застройки и в 1.4 раза – в городских парках. Различия для всех исследованных видов деревьев в обозначенных зонах являются статистически значимыми на высоком уровне достоверности (при $P < 0,001$). Количество пыли, осажженной на листьях растений на внутридворовых участках, существенно различались между собой. Максимальные значения показывал тополь на придомовых территориях с активным транспортным движением, удельная пылеемкость тополей в этой зоне достигала 0.8 мг/см² и

была сопоставима с аналогичными показателями в районе автомагистралей. Таким образом, удельная пылеемкость деревьев на придомовых участках определяется внутренней планировкой дворов, наличием транспорта в них, а также с конкретными особенностями участка их произрастания.

На основании полученных данных, обследованные виды деревьев образуют следующий ряд в порядке убывания их удельной пылеудерживающей способности: тополь бальзамический > клен ясенелистный > каштан конский > яблоня ягодная > липа сердцелистная > вяз приземистый.

Работы ряда исследователей показали, что пылесаждающая эффективность листьев разных видов деревьев зависит не только от условий произрастания, но и от происхождения посадочного материала, возраста, а также видовых особенностей – строения листа, его размеров, изрезанности, опушения, клейкости и конструктивными особенностями и степенью развития кроны [1; 6]. Закономерно, что наилучшая пылеулавливающая способность была отмечена в районах старых послевоенных посадок, которые состоят из крупных деревьев с мощной, густо облиственной кроной. Посадки последних лет также показывали меньшие пылеулавливающие возможности во всех обследованных зонах. Так, например, удельная пылеемкость лип возрастом более 50 лет в парковой зоне была выше в 1.3 раза, чем в молодых посадках в той же зоне.

Выводы

Резюмируя все вышесказанное, следует отметить, что в таком быстро растущем мегаполисе, как Санкт-Петербург необходимо увеличивать площадь зеленых насаждений даже в районах, где зеленых насаждений, на первый взгляд, достаточно. При этом, подбирая ассортимент для новых посадок, приоритет следует отдавать наиболее устойчивым к загрязнению видам, обладающим наибольшей пылеулавливающей способностью. В Московском районе г. Санкт-Петербурга такими видами оказались тополь бальзамический и клен ясенелистный, хорошо показали себя каштан конский и яблоня ягодная,

которые, к сожалению, не так часто в последнее время используют для создания зеленых зон, несмотря на их эстетическую привлекательность. Принимать решения о рубках старых посадок следует взвешенно, стараясь максимально сохранить их, учитывая их высокую пылезащитную эффективность. Кроме того, стоит помнить, что зеленые зоны не единственное средство защиты от пыли, оно будет эффективно только на фоне комплексных мероприятий по снижению выброса взвешенных частиц в атмосферный воздух.

Список использованной литературы

1. Ерохина В.И. Озеленение населенных мест. Справочник [Текст] / В.И. Ерохина, Г.П. Жеребцова, Т.И. Вольфтруб. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 10–15.
2. Методические рекомендации по проведению полевых работ и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – 109 с.
3. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.
4. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методом фитоиндикации. – М.: МГУЛ, 1999. – 193 с.
5. Панчук А.А. Благоустройство и озеленение городской среды в формирующейся Санкт-Петербургской агломерации // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6 [Электронный ресурс]. – <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16468> (дата обращения: 29.03.2024).
6. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Перспективный ассортимент городских зеленых насаждений Санкт-Петербурга в условиях климатической тенденции начала XXI века // Научное обозрение. – 2009. – № 2. – С. 14–39.
7. Юртай Т.Т. Пылеудерживающие свойства древесных и кустарниковых пород города Семей / Т.Т. Юртай. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 7(402). – С. 60–63.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

Площенко Екатерина Витальевна, студент,

Кныш Ирина Владимировна, канд. вет. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: ikgau@mail.ru*

Аннотация. Увеличение плодородия почвы является важной задачей. Для обеспечения и поддержания почвенного плодородия и высокой продуктивности сельскохозяйственных растений. Для этого предпринимаются комплексные меры, одной из которых является внесение минеральных удобрений. Доказано влияние вносимых азотных и фосфорных минеральных удобрений на качественные показатели почвы.

Ключевые слова: минеральные удобрения, азотные удобрения, фосфорные удобрения, почва.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON QUALITY INDICATORS OF SOIL

Ploshchenko E. V., Knysh I. V.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg

Annotation. Increasing soil fertility is an important task. To ensure and maintain soil fertility and high productivity of agricultural plants. To achieve this, comprehensive measures are being taken, one of which is the application of mineral fertilizers. The influence of applied nitrogen and phosphorus mineral fertilizers on soil quality indicators has been proven.

Keywords: mineral fertilizers, nitrogen fertilizers, phosphorus fertilizers, soil.

Введение

Минеральные удобрения влияют на различные показатели почвы, оказывая как положительный, так негативный эффект. Они могут влиять на кислотно-щелочной баланс (подкислять или подщелачивать почву), способствовать активной минерализации или образованию гумуса. Внесение минеральных удобрений влияет и на почвенные организмы, которые могут оказывать благотворное влияние на плодородие или быть вредителями для сельскохозяйственных культур [1].

Целью исследования явилось изучение влияния вносимых азотных и фосфорных минеральных удобрений на качественные показатели почвы.

Минеральные удобрения подразделяются на две группы: простые и комплексные. К простым относятся азотные, калийные и фосфорные, а также отдельные микроудобрения – борные, молибденовые. Комплексные содержат два и более основных элемента. Самые распространённые удобрения, используемые в сельском хозяйстве для увеличения плодородия почвы – азотные и фосфорные.

Азотные удобрения делятся на аммиачные удобрения (безводный и водный аммиак), аммонийные (сульфат аммония, хлористый аммоний), натриевые (натриевая и кальциевая селитры), аммонийно-нитратные (аммиачная селитра), амидные (мочевина).

В аммиачной селитре (NH_4NO_3) весь азот водорастворим и хорошо доступен растениям. Нитраты обладают высокой подвижностью в почвенном растворе, из-за чего частично вымываются. Аммонийный азот подвергается физико-химическому поглощению почвенным комплексом, из-за чего вымывается дольше. Легкоподвижный нитратный компонент и менее подвижный аммонийный и определяют универсальность этого удобрения.

Растения, получающие большее количество азота в начальный период развития, формируют лучший фотосинтетический аппарат. Также внесение азотных удобрений повышает содержание белков в продукции.

Актуальна проблема оптимального сочетания технического и биологического азота в земледелии. На данный момент установлено, что деятельность клубеньковых бактерий подавляется при внесении азотных удобрений в высоких дозах [2].

Исследования многих учёных показали, что микроорганизмы могут обогащать почву азотом, связанным биологическим путём, лишь при низком содержании минерального азота в почве. Так, на почвах, бедных азотом, малые дозы азотных удобрений (20–40 кг N/га) стимулировали образование клубеньков на корнях растений и их симбиотическую активность. Однако не для всех симбиотических систем необходимы стартовые дозы азота. В ряде случаев малые дозы азота подавляли симбиотическую активность, которая не восстанавливалась даже на более поздних стадиях развития растений. Противоречивость данных, по-видимому, связана с запасами минерального азота в почве с его доступностью растениям, азотминерализующей способностью, а также другими факторами (рН, влажность, гранулометрический состав и пр.).

Азотные удобрения влияют на кислотность почвы. При их внесении почва подкисляется из-за преимущественного использования растениями катионов. Во многих научных публикациях упоминается сильное подкисляющее действие аммонийных, аммонийно-нитратных, амидных, аммиачных форм агрохимикатов [3].

Кроме этого, большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух парниковых газов – это закиси азота и метана.

Всем известно, что значительная часть почв не имеет достаточного количества подвижных форм фосфора, необходимого растениям.

Производимые промышленностью фосфорные удобрения разделяют на водорастворимые (суперфосфаты); полурастворимые – растворимы в слабых кислотах, то есть применяются на кислых почвах (костяная мука) и нерастворимые (фосфоритная мука).

Фосфору принадлежит исключительная роль в энергетическом обмене растений. Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот и фосфолипидов, участвующих в образовании клеточных мембран. Фосфор необходим для развития корневой системы. При оптимальном питании фосфором корневая система глубже проникает в почву и лучше ветвится (повышение устойчивости к засухе).

Недостаток фосфора вызывает нарушение обмена энергии и веществ, угнетает рост и развитие репродуктивных органов растения. Особенно чувствительны к недостатку фосфора растения на ранних этапах своего развития, так как максимальное потребление идёт в первые фазы роста растения. Замедляется рост растения из-за нарушения процессов дыхания и фотосинтеза. Уменьшается также и поглощение азота.

Наиболее распространённое растворимое фосфорное удобрение – суперфосфат, в котором содержание фосфора составляет 19,5–22% в виде P_2O_5 . Суперфосфат имеет кислую реакцию и обладает гигроскопичностью. Чтобы улучшить физико-механические свойства удобрения гранулируют, при этом, часть свободной кислотности нейтрализуют известковыми материалами или фосфоритной мукой. В кислых почвах, богатых окислами железа и алюминия, происходит образование слаборастворимых, трудноусвояемых для растений фосфатов. В карбонатных почвах, насыщенных основанием, химическое связывание фосфора идёт с образованием более замещённых и менее растворимых фосфатов кальция, поэтому фосфор в почвах малоподвижен (он закрепляется в местах заделки и не вымывается) [4].

Основное количество суперфосфата нужно вносить под глубокую заделку в непересыхающие слои почвы до посева, где будет развиваться корневая система растений, но всегда стоит помнить, что при избыточном внесении фосфора происходит угнетение почвенной микрофлоры.

Использование минеральных удобрений сказывается и на почвенной фауне. Исследования учёных, проводимые в Приморском крае и Северной Осетии, показали, что при использовании полных минеральных удобрений

(NPK) численность тли, которая наносила вред капусте, снизилась. Однако одностороннее увеличение доз азота в полном минеральном удобрении повышает численность вредителя. При внесении на пастбища различных доз азотных удобрений (от 60 до 600 кг/га) на фоне 120 кг/га фосфорных и 160 кг/га калийных установлено, что с увеличением доз азота численность насекомых (личинки и имаго жука, личинки двукрылых и чешуекрылых) достигает максимума. При возрастании доз азота до 240 кг/га и выше наблюдается снижение численности насекомых, особенно личинок шелкоунов.

Внесение повышенных доз азота способствует повышению численности сосущих насекомых (тлей, цикад) и растительноядных клещей. Внесение фосфорных и фосфорно-калийных удобрений отрицательно сказывается на развитии членистоногих с сосущим типом питания.

Выводы

Установлено, что минеральные удобрения могут также влиять на споры патогенных микроорганизмов; хемотаксис зооспор и бактерий; рост мицелия в почве или на поверхности растения; образование токсинов и энзимов. В зависимости от уровня минерального питания изменяется и устойчивость растений к болезням.

Установлено, что минеральные удобрения могут как улучшать плодородие почвы, так и ухудшать. Для улучшения плодородия необходимо подбирать удобрения с учётом типа почвы. Вносить их всегда следует комплексно, так как поглощение одних элементов зависит от других. При внесении учитывается также и дозировка. При недостатке или избытке тех или иных элементов у растений нарушается обмен веществ; понижается устойчивость к болезням и вредителям. Следует учитывать, что удобрения оказывают влияние на почвенную флору. В определённых количествах они могут как повысить численность вредоносных насекомых, так и снизить.

Список использованной литературы

1. Емельянов Е.Г. Особенности полноценного кормления молочного скота в Новгородской области / Е.Г. Емельянов, И.В. Кныш, С.А. Тамаев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 29. – С. 46–51.
2. Завьялова Н.Е., Митрофанова Е.М. Влияние минеральных удобрений и известкования на биологическую активность дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. – 2008. – №. 12. – С. 29–34.
3. Прошкин В.А. Моделирование эффективности минеральных удобрений по показателям агрохимических свойств почвы // Агрохимия. – 2012. – № 7. – С. 16-27.
4. Яхтанигова Ж.М., Занилов А.Х. Влияние минеральных, органических и микробиологических удобрений на агрохимические показатели почвы и на развитие растений // Научное обозрение. – 2015. – № 6. – С. 14–18.

УДК 631.22.014:595.722

ВЕТЕРИНАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗВЕДЕНИЯ НАСЕКОМЫХ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ

Шакиров Серафим Рафитович, студент,

Александров Владлен Владимирович, канд. вет. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: alexv1813@mail.ru*

Аннотация. Во всем мире развивается получение сырья из насекомых не только в качестве белковой добавки к кормам сельскохозяйственных животных, но и как основного компонента продуктов питания для людей. Прогнозируется, что к 2050 году до 15% белков будут производиться насекомыми. В связи с этим, была предложена планировка комплекса для промышленного содержания аргентинских тараканов с целью получения белковых добавок в условиях экологически чистого природопользования.

Ключевые слова: промышленная энтомология, *Blaptica dubia*, инновационное сельское хозяйство, кормовые насекомые, зоогигиена тараканов.

VETERINARY-HYGIENIC RATIONALE FOR BREEDING INSECTS FOR FEED PURPOSES

Shakirov S. R., Alexandrov V. V.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg

Annotation. *All over the world, the production of raw materials from insects is developing not only as a protein additive to the feed of farm animals, but also as a main component of food for people. It is predicted that by 2050, up to 15% of proteins will be produced by insects. In this regard, the layout of a complex for the industrial keeping of Argentine cockroaches was proposed in order to obtain protein supplements in conditions of environmentally friendly environmental management.*

Keywords: *industrial entomology, Blaptica dubia, innovative agriculture, forage insects, zoohygiene of cockroaches.*

Введение

Жиры и ферменты, а также хитиновые покровы – ингредиенты, в настоящее время широко используемые в косметологии и химической промышленности, являются ценной побочной продукцией [3]. Главным сырьем продукции из насекомых является полноценный белок, не уступающий по аминокислотному составу животным белкам и способный полностью заменить привычные кормовые продукты более выгодными по многим параметрам аналогами [8–10].

Преимущества предприятий, направленных на использование в качестве продуктивных животных насекомых – меньший расход средств на корма, у насекомых более пластичная пищеварительная система и высокоактивные ферменты, что позволяет получать максимум энергии и питательных веществ даже из не самого качественного корма [5]. Большое влияние на производство оказывает планировка и рациональное использование животноводческих помещений. При грамотном распределении пространства можно

оптимизировать работу всего предприятия для получения максимального количества продукции с меньшей площади

Наша задача заключалась в ветеринарно-гигиеническом обосновании проекта постройки фермы для содержания Аргентинского таракана в качестве продуктивного сельскохозяйственного животного. Аргентинский таракан по многим параметрам превосходит других продуктивных насекомых, что может сделать его наиболее перспективным видом для развития промышленной энтомологии.

В проектируемой ферме для экономии тепловых потерь планируется разделить пространство на 3 этажа, уходящих в почву. Здание подобно конусу с отсечённой верхушкой и основанием, направленным вверх, уходит в грунт, высота конуса 9 метров, по 3 метра на каждый этаж. Для экономии пространства и облегчения перемещения между этажами, пол фермы имеет спиральное строение. Спиральный пол также облегчит перемещение объёмов с животными между этажами.

Здание имеет полярное строение, у фермы имеется 1 вход, через который будут загружаться корма (отгрузочный пункт), и дополнительный блок на противоположной стороне (погрузочный пункт). Производственный конвейер начинается с отгрузочного пункта, возле которого находится кормохранилище с кормовой кухней и объёмы с племенными насекомыми и дополнительной группой, далее следует основная часть с тараканами на доращивании и откорме (отличается от откорма позвоночных), на самом нижнем этаже находится «убойный» цех с промышленным морозильным шкафом, откуда тушки через мачтовый подъёмник опускаются на упаковочный цех. Из упаковочного цеха упакованные тушки на ленточном конвейерном транспортёре поднимется по шахте вдоль наклонной стены к погрузочному пункту. Для минимизирования тепловых потерь через перекрытия, рекомендуется снижать аэродинамическое сопротивление крыши. Для решения данной проблемы и расширения климатических зон, в которых может размещаться ферма, приемлемо

использование купольной крыши. Купольная крыша обладает значительными преимуществами по сравнению с традиционными наружными ограждающими конструкциями, она зарекомендовала себя на европейских фермах крупного рогатого скота. Современные технологии строительства позволят сделать купол долговечным и устойчивым к значительному влиянию факторов внешней среды [11].

Спиральный пол должен иметь 2 пары рельс, у первой пары должен иметься желоб (проточный канал) для сбора навоза, который на нижнем уровне переходит в бак для хранения навозной жижи; также должна иметься сеть сообщающихся пустот для дополнительного прохождения воздуха и облегчения конструкции. В толще полов должен быть размещен трубопровод для подачи корма во внешнюю трубку. От соединения трубопровода с внешней трубкой зависит количество поступающего в контейнеры корма, чем ниже опустился объём с тараканами, тем крупнее там особи и тем больше корма должно поступать.

Объём представляет собой контейнер, выполненный главным образом из мелкой нержавеющей сетки, диаметр ячеек должен быть меньше, чем размеры нимф L1 тараканов *Blaptica dubia*, но хорошо пропускать воздух (диаметр не более 3,5 мм). Изнутри в контейнере должны быть шероховатые конструкции, по которым смогут перемещаться тараканы, на данных поверхностях будет удерживаться основной вес животных, так как сетчатые стенки достаточно хрупкие. Конструкции должны выдерживать низкие температуры (до -20, для использования в промышленной морозильной камере) и иметь 3 канала, сообщающиеся с внешней трубкой. Каналы необходимы для подачи корма в центральную зону объёма, внешняя трубка соединяется с системой труб, проводящих корм от кормовой кухни по всему комплексу. Для упрощения прохождения корма по системе труб, а также для дачи воды, рекомендуется кормовую массу разбавлять гидрогелиевыми или агаровыми гранулами. Размеры контейнеров зависят от количества продукции, получаемой от тараканов за единицу времени. При продуктивной зрелости тараканов в 3,5

месяцев и получении продукции каждые 12 часов, параметры контейнеров, следующие: высота – 280 см; ширина – 200 см; длина (зависит от непрерывной скорости спуска контейнеров по спирали, расчетная скорость – 0,06 м/ч) – 72 см. На нижнем уровне фермы имеется промышленная морозильная камера, которая должна вмещать в себя 1 объём с тараканами. Она необходима для умерщвления животных холодной эвтаназией при температуре -18°C с экспозицией 30 минут и перемещения контейнера на вторую пару рельс. После морозильной камеры тушки специальной установкой сдуваются в коробки и отправляются на мачтовом подъёмнике ниже, в упаковочный цех, а опустошённые контейнеры по второй рельсовой дороге поднимаются к самому началу конвейера, где моются, чистятся, обеззараживаются и готовятся принимать новую партию нимф [2].

Предположительно в одном здании фермы имеется 208 объёмов с тараканами, в каждом по 806 400 *Blaptica dubia* (168 млн тараканов в 1 здании, не считая племенных животных), ежедневный выход тушек – 2,4 т. Годовой выход тараканов составляет 883 т, из которых 530–618 т чистой продукции (белка).

Известно количество продуктивных животных (168 млн особей), для обеспечения постоянного количества насекомых необходимо 5 839 200 племенных тараканов. Но для пополнения племени необходима еще одна группа животных – предимаго и имаго, которые будут дополнительно доращиваться 1,5 месяца, и пополнять ежедневно племя на 7 999 особей. Суммарное количество тараканов на предприятии: 173 199 150 особей, из которых 359 950 принадлежат дополнительной группе.

Выводы

Таким образом, рассчитанная планировка комплекса может послужить основой для строительства промышленного сельскохозяйственного предприятия для экономически выгодного получения продукции от Аргентинских тараканов с максимально эффективным использованием

полезной площади территории помещений. Поскольку в данном исследовании предоставлены только теоретические обоснования для строительства, они требуют экспериментального дополнения.

Список использованной литературы

1. Abro Z., Kassie M., Tanga C., Beesigamukama D., Diiro G. Socio-economic and environmental implications of replacing conventional poultry feed with insect-based feed in Kenya. *J Clean Prod.* – 2020. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121871> (дата обращения: 18.02.2024).
2. Ahmad Hussein Alamer & Klaus Hubert Hoffmann. Endocrine aspects of ovary growth and gestation in the Argentinian cockroach, *Blaptica dubia* (Dictyoptera, Blaberidae), *Invertebrate Reproduction & Development.* – 2013. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1080/07924259.2013.797935> (дата обращения: 4.02.2024).
3. Carolyne Kipkoech. Beyond Proteins – Edible Insects as a Source of Dietary Fiber. *Polysaccharides* 4:2. – 2023. – P. – 116–128. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2130354> (дата обращения: 12.02.2024).
4. Govorushko S. Global status of insects as food and feed source: a review. *Trends Food Sci Technol.* – 2019; 91. – P. 436–45. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.032> (дата обращения: 6.02.2024).
5. Kolobe S.D., Manyelo T.G., Sebola N.A. et al. Prospects of rearing selected southern African swarming insects for animal feed: a review on insect farming and the economic value of edible insects. *Agric & Food Secur* 13. – 2024. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00457-x> (дата обращения: 20.02.2024).
6. Madau FA, Arru B, Furesi R, Pulina P. Insect farming for feed and food production from a circular business model perspective. *Sustainability.* – 2020. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.3390/su12135418> (дата обращения: 10.02.2024).
7. Makarynska A., Vorona N. Ye. Bedlinska. Insects are a solution to the problem of protein supply of mixed fodder's. *Grain Products and Mixed Fodder's.* – 2022; 22 (1, 85). – P. 44–48. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.15673> (дата обращения: 4.02.2024).
8. Siddiqui, S.A., Osei-Owusu, J., Yunusa, B.M., Rahayu, T., Fernando, I., Shah, M.A., & Centoducati, G. Prospects of edible insects as sustainable protein for food and feed – a review. *Journal of Insects as Food and Feed.* – 2023. – 10(2). – P. 191–217. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.1163/23524588-20230042> (дата обращения: 5.02.2024).

9. Tella Adetunmbi. The potential of insects as alternative animal protein source for livestock feeding. Global Journal of Agricultural Sciences. – 2023, Aug. – 22(1). – P. 47–61. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.4314/gjass.v22i1.6> (дата обращения: 10.02.2024).
10. Veldkamp T, Bosch G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets // Anim Front. – 2015. – 5(2). – P. 45–50.
11. Адамцевич А.О., Пустовгар А.П., Адамцевич Л.А. Аддитивное строительное производство: обзор мирового опыта // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 12. – С. 83–97.

УДК 582.4/.9.02

ИЗМЕНЕНИЕ МЕЗОФАУНЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПОЧВЫ

Вдовина Ксения Евгеньевна, студент,

Каурова Злата Геннадьевна, канд. биол. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, e-mail: 6zlata@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрено значение дождевых червей, как индикаторов антропогенного воздействия на почву. Проведены полевые исследования с отбором почвенных проб в 3 характерных участках местности. Методом цифровой микроскопии определена почвенная мезофауна, видовая принадлежность дождевых червей, расчётно определены встречаемость выявленных видов червей по площадкам и их численность. Подтверждено, что количество, разнообразие видов и экологических групп дождевых червей эффективно использовать при оценке антропогенного воздействия и состояния почв. Установлено, что на исследованных участках местности, при увеличении антропогенной нагрузки, численность и разнообразие дождевых червей снижается до 30% от общего числа.

Ключевые слова: дождевые черви, рациональное природопользование, мониторинг.

CHANGES IN MESOFAUNA UNDER DIFFERENT ANTHROPOGENIC IMPACTS ON SOILS

Vdovina K.E., Kaurova Z.G.

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg

Annotation. *The importance of earthworms as indicators of anthropogenic impact on the soil is considered. Field studies were carried out with the selection of soil samples in 3 characteristic areas of the area. The method of digital microscopy determined the soil mesofauna, the species of earthworms, calculated the occurrence of identified species of worms by sites and their numbers. It has been confirmed that the number, diversity of species and ecological groups of earthworms can be used to assess anthropogenic impact and soil conditions. It was found that in the studied areas, with an increase in anthropogenic load, the number and diversity of earthworms decreases to 30% of the total number.*

Keywords: *earthworms, environmental management, monitoring.*

Введение

В условиях стремительно растущей урбанизации, развитии технологий возрастает антропогенное воздействие на окружающую среду [1]. Соответственно сохранение баланса и экологических структур биогеоценоза может быть достигнуто только при рациональном природопользовании [2].

Почва — одна из составных частей биогеоценоза. Основной почвообразующий фактор — деятельность живых организмов. В естественных нормальных условиях все процессы, происходящие в почве, находятся в равновесии [2; 5; 6; 14].

Актуальность данной темы заключается в том, что дождевые черви являются важными обитателями почвы и играют ключевую роль в поддержании ее плодородия, так как гумус — один из главных составляющих почвы, определяющий ее плодородие, он имеет исключительно биологическое происхождение. По данным исследований [1–4], высокая чувствительность дождевых червей к загрязнению и деградации почв делает их ценными

биоиндикаторами, которые могут помочь оценить степень антропогенного воздействия на почвенные экосистемы.

В исследованиях О.В. Кутовой [6] о влиянии дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) на биоту и органическое вещество дерново-подзолистых почв при разных системах землепользования установлено, что дождевые черви влияют на состав и свойства почвы. Черви повышают ее общую биологическую активность (чем больше люмбрицид, тем больше орибатид, коллембол, сапробиотических нематод). Зоолог М.С. Гиляров в своей монографии [3] отмечает, что наилучшим индикатором состояния окружающей среды является почвенная мезофауна (дождевые черви, многоножки). В.В. Смольникова проводила эксперимент, в котором выясняла выживаемость дождевых червей в загрязненной нефтью почве [9]. Выявлено, что при повышенном загрязнении почвы нефтепродуктами наблюдается снижение жизнедеятельности, вплоть до гибели дождевых червей.

Анализ литературных источников, посвященных исследованию зависимости биоразнообразия почвенных беспозвоночных, а именно дождевых червей, от антропогенной нагрузки на почвы, показал, что с помощью почвенной мезофауны возможно судить о характере антропогенной нагрузки. Следовательно, изучением сообществ дождевых червей допустимо оценивать воздействие различных факторов, таких как загрязнение, эрозия, применение пестицидов, на почвенные экосистемы [9; 11; 12]. Это позволяет использовать дождевых червей в качестве важных индикаторов устойчивости и качества окружающей среды [5].

Таким образом, целью исследования является анализ количества, разнообразия видов и экологических групп дождевых червей на участках местности с различной антропогенной нагрузкой на почву. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: идентификация присутствующей мезофауны в отобранных почвенных пробах на участках местности с различной степенью антропогенной нагрузки; изучение видового

состава и численности дождевых червей в районе исследования; выполнение анализа структуры сообществ дождевых червей и выявление изменений, связанных с антропогенным воздействием.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись дождевые черви, а предметом исследования – видовой состав и экологическая структура населения дождевых червей.

Для изучения состояния почвенной фауны были проведены полевые исследования с отбором почвенных проб. Пробы отбирались на участках, различающихся по степени антропогенной нагрузки – в относительно ненарушенных лесных биотопах, на опушках леса вблизи дороги, а также непосредственно на площадке будущего строительства.

Всего было 3 исследуемых участка:

№ 1 – участок с низкой антропогенной нагрузкой (на опушке леса), где антропогенное изменение почвенного покрова не наблюдается;

№ 2 – участок со средней антропогенной нагрузкой (у объекта строительства), где наблюдалось умеренное антропогенное изменение почв (незначительное уплотнение, загрязнение);

№ 3 – участок в районе сильной антропогенной нагрузки (на участке строительства), где выявлено сильное антропогенное изменение почв (значительное уплотнение, загрязнение, замусоривание, местами полное уничтожение).

Отбор проб осуществлялся на площадках 100 м², где методом конверта делались прикопки размером 25х25 см и глубиной 20 см. Отбор проводился по горизонтам (подстилка, 0–10 см, 10–20 см). В каждой точке было заложено по 5 почвенных разрезов. Собранные образцы помещались в герметичные пакеты и доставлялись в лабораторию для дальнейшего анализа.

В лаборатории проводился ручной разбор проб в количестве 20 штук с извлечением и идентификацией всех обнаруженных дождевых червей.

Определение видовой принадлежности осуществлялось с использованием цифрового микроскопа модели Levenhuk DTX 500 LCD (рис. 1) и определителей [7].



Рис. 1. Цифровой микроскоп Levenhuk DTX 500 LCD

Далее расчетным методом по формуле (1) определяли встречаемость изучаемых видов червей в почвенных пробах с исследованных участков, определяя коэффициент встречаемости по Раункиеру [17]:

$$K = a/c \times 100\%, \quad (1)$$

где K – коэффициент встречаемости; a – количество учетных площадок, шт.; c – общее количество площадок, шт.

На следующем этапе проводили анализ численности и видового разнообразия червей с учетом изменения сравнения результатов в пробах с разной степенью антропогенного воздействия.

Результаты

Методом цифровой микроскопии (рис. 2) установлено, что почвенная мезофауна представлена в исследованных участках местности с различной антропогенной нагрузкой следующими представителями: рыжий лесной муравей (*Formica rufa*), надкласса Многоножки, класса паукообразные

(*Arachnida*), дождевые черви, относящиеся к разным экологическим группам (подстилочные, почвенно-подстилочные).

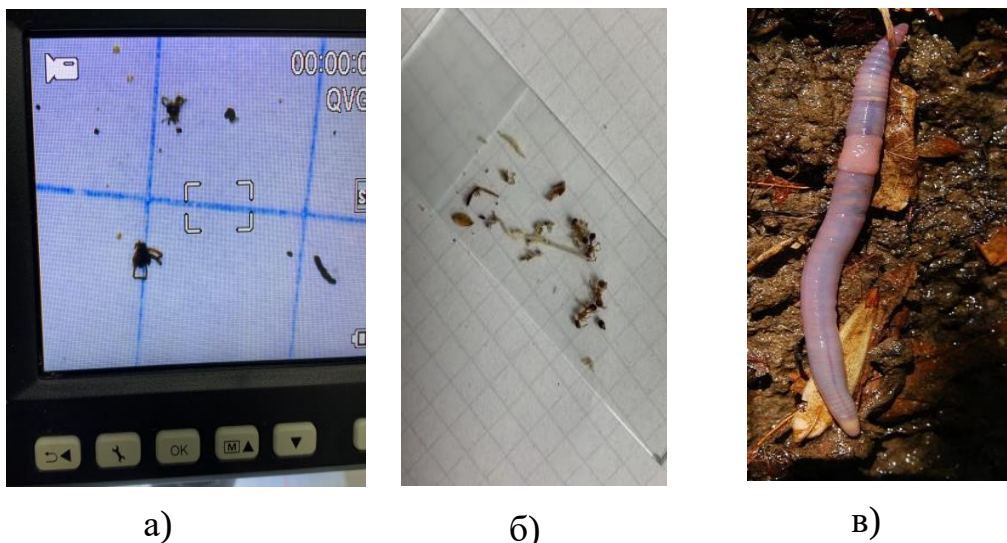


Рис. 2. Идентификация основных представителей мезофауны на исследованных участках местности: а) паукообразные (*Arachnida*), б) рыжий лесной муравей (*Formica rufa*); в) дождевой червь (*Octolasion laceum*) [18]

На участке № 1 обнаружены и определены виды, относящиеся к над-классу многоножки (*Miriapoda*), классу паукообразные (*Arachnida*) (рис. 2а), а также классу насекомые (рис. 2б). Это свидетельствует о биоразнообразии почвенной мезофауны в местах с низкой антропогенной нагрузкой.

Результаты исследований свидетельствуют о невысоком видовом разнообразии и численности дождевых червей на территории в целом (табл. 1).

Таблица 1

Видовое разнообразие дождевых червей при разной антропогенной нагрузке

Вид	Экологическая группа	Среднее количество на участке, шт.		
		№ 1	№ 2	№ 3
<i>Octolasion laceum</i>	Вид-космополит	3	2	2
<i>Dendrobaena octaedra</i>	Подстилочные	2	0	0
<i>Eisenia foetida</i>	Почвенно-подстилочные	2	1	0

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что во всех исследуемых пробах, взятых с мест, где антропогенная нагрузка невысока, присутствовали дождевые черви, относящиеся к экологическим группам подстилочные и почвенно-подстилочные в количестве 7 особей. Вид *Octolasion laseum* встречался повсеместно, так как он является видом-космополитом. По нашему мнению, это может быть косвенно связано с количеством дождевых червей, обнаруженных на этом участке. В пробах, взятых вблизи дороги и стройки, с высокой степенью антропогенного изменения почвенного покрова, наблюдалось снижение разнообразия дождевых червей. На втором участке их количество составило 3 особи, а на третьем – 2. Подстилочных видов на этих участках не было обнаружено.

Выявлено, что вид космополит *Octolasion laseum* имеет коэффициент встречаемости 35% (табл. 2). Виды, относящиеся к подстилочным и почвенно-подстилочным экологическим группам, имеют коэффициенты 10 и 15%, соответственно.

Таблица 2

Расчёт коэффициента встречаемости по Раункиеру

Вид	Экологическая группа	Количество	Коэффициент встречаемости (в %) по Раункиеру
<i>Octolasion laseum</i>	Вид-космополит	7	35%
<i>Dendrobaena octaedra</i>	Подстилочные	2	10%
<i>Eisenia foetida</i>	Почвенно- подстилочные	3	15%

Выводы

Анализ литературы и результаты выполненных исследований показали, что такие показатели, как количество и разнообразие видов и экологических групп дождевых червей эффективно использовать при оценке антропогенного воздействия и состояния почв.

Установлено, что подстилочные виды дождевых червей более чувствительны к изменению окружающей среды. Это подтверждено присутствием их только в местах, где отсутствует антропогенное воздействие.

На участке с низкой антропогенной нагрузкой обнаружены виды, относящиеся к другим экологическим группам, что свидетельствует о зависимости биоразнообразия почвенной мезофауны от количества дождевых червей.

Выявлено, что в исследованных участках местности, где присутствует антропогенная нагрузка, численность и разнообразие дождевых червей снижается на 30% от их общего количества.

Список использованной литературы

1. Бережняк Е.М. Влияние дождевых червей на экологическое состояние черноземных эродированных почв // Мир инноваций. – 2015. – С. 71.
2. Волохова В.А. К вопросу изучения защиты почв // В мире научных открытий. – 2023. – С. 38–41.
3. Гиляров М.С., Покаржевский А.Д. Почвенные беспозвоночные как объект экологического мониторинга / Охраняемые природные территории. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1983. – С. 108–115.
4. Князев С.Ю. и др. Исследование различий ИК-спектров дождевых червей как возможный способ их таксономической идентификации // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2023. – №. 2. – С. 147–157.
5. Кошмарова Т.А., Лозовская М.В. Об устойчивости популяции дождевого червя *Eisenia nordenskoldi* (*Eisenia* 1879) в экстремальных условиях обитания // Естественные науки. – 2010. – № 3(32) – С. 21–24.
6. Кутовая О.В. Влияние дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) на биоту и органическое вещество дерново-подзолистых почв при разных системах землепользования: дис. ... канд. сельскохоз. наук: 03.02.13 / Кутовая Ольга Владимировна. – М., 2012. – 167с.: ил.
7. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами *Lumbricidae* и других *Megadrili*). – М.: Наука, 1979. – 273 с.

8. Рапопорт И.Б., Зенкова И.В., Цепкова Н.Л. Население дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) бассейна реки Карасу (Центральный Кавказ) // Зоологический журнал. – 2017. – Т. 96. – № 2. – С. 172–183.
9. Смольникова В.В. Выживание дождевых червей в условиях нефтяного загрязнения // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 95–99.
10. Соколова Т.Л. Влияние антропогенного фактора на видовое разнообразие дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) // Вестник Костромского государственного университета. – 2006. – Т. 12. – № 4. – С. 19–21.
11. Тиунов А.В. Метабиоз в почвенной системе: влияние дождевых червей на структуру и функционирование почвенной биоты: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 2007. – 44 с.
12. Хорина Д.А. Влияние микропластика различных видов на выживаемость дождевых червей // В мире научных открытий. – 2023. – С. 4538–4542.
13. Юрков А.М., Чернов И.Ю., Тиунов А.В. Влияние дождевых червей *Lumbricus terrestris* на структуру дрожжевого сообщества лесной подстилки // Микробиология. – 2008. – Т. 77. – № 1. – С. 121–125.
14. Abuknova V.S., Abuknova A.K. Some materials of the 1st International Earthworm Congress // Bulletin of the Karaganda university Biology. Medicine. Geography series. – 2020. – Т. 97. – № 1. – С. 6–14.
15. Blanchart E. et al. Effects of earthworms on soil structure and physical properties // Earthworm management in tropical agroecosystems. – 1999. – Т. 5. – С. 149–171.
16. Blouin M. et al. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services // European Journal of Soil Science. – 2013. – Т. 64. – № 2. – С. 161–182.
17. Raunkiær C. Livsformen hos planter paa ny jord. – Bianco Luno, 1909.
18. *Octolasion lacteum* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Octolasion_lacteum.

*Раздел 6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ
(ПОНИЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ, ФУНГИЦИДНЫЕ, ЗАЩИТНЫЕ:
УФ, ЭМИ, РАДОНА)*

УДК 667.6

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛКИДНО-УРЕТАНОВЫХ ЛАКОВ

Снигирева Анастасия Артемовна, студент,

Бородина Елизавета Андреевна, ст. преп.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола, e-mail: Lizen_ok@list.ru

Аннотация. В данной статье представлен анализ нормативных свойств алкидно-уретановых лаков.

Ключевые слова: лакокрасочные, алкидно-уретановый лак, лакокрасочное покрытие, свойства.

**INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF ALKYD-URETHANE
LACQUERS**

Snigireva A. A., Borodina E.A.

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola

Annotation. This article presents an analysis of the regulatory properties of alkyd-urethane lacquers.

Keywords: paints, alkyd-urethane varnish, paint coating, properties.

Введение

Лаки являются важным классом материалов, используемых в различных отраслях промышленности, таких как строительство, автомобильное

производство, мебельное производство. Исследование свойств лаков имеет большое значение для разработки новых и улучшения существующих лакокрасочных материалов, а также оптимизации их применения в различных областях.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью повышения качества и долговечности поверхностей, покрытых лаками, а также развитием новых технологий и материалов в области покрытий. Исследования в области свойств лаков позволяют оптимизировать их формулы, улучшать их характеристики, такие как прочность, стойкость к воздействию внешних факторов, эстетические свойства и другие. В результате этого процесса достигается повышение качества продукции и удовлетворение потребностей потребителей.

Алкидно-уретановый лак является одним из самых популярных видов лаков, применяемых для защиты и отделки различных поверхностей. Он сочетает в себе свойства алкидного лака, обладающего хорошей адгезией и быстрым высыханием, и уретанового лака, который обладает высокой прочностью, износостойкостью и стойкостью к воздействию внешних факторов. Однако алкидные лаки содержат органические растворители, выделяющие вредные вещества в атмосферу и вносящие негативный вклад в экологию. Кроме того, при утилизации отходов, содержащих алкидно-уретановый лак, могут возникнуть проблемы с захоронением и переработкой.

Для замены алкидно-уретановых лаков могут быть использованы экологически более безопасные альтернативы, например:

1. Водно-дисперсионные лаки: они содержат воду как растворитель, что значительно снижает уровень выделения вредных веществ в окружающую среду. Такие лаки обладают хорошими эксплуатационными свойствами и могут успешно использоваться в различных отраслях.

2. Акрилатные лаки: они обладают отличной устойчивостью к воздействию внешних факторов, хорошей адгезией и высокой стойкостью к

износу. Акрилатные лаки не содержат органических растворителей и пригодны для использования в экологически чувствительных областях.

3. Ультрафиолетовые твердые лаки: они полимеризуются под воздействием ультрафиолетовых лучей, что исключает необходимость использования органических растворителей. Ультрафиолетовые твердые лаки обладают высокой стойкостью к воздействию солнечных лучей и химических веществ.

Чтобы снизить воздействие алкидно-уретанового лака на экологию, рекомендуется использовать его с осторожностью, следить за правильным хранением и утилизацией использованных материалов, а также выбирать более экологически безопасные альтернативы, такие как водные лаки или лаки на основе натуральных компонентов.

Этот вид лака легко наносится кистью, валиком или распылителем, обеспечивая равномерное покрытие и хорошую адгезию к основанию. После высыхания алкидно-уретанового лака образуется прочная и долговечная пленка, которая защищает поверхность и сохраняет ее красивый внешний вид на длительное время.

В целом, алкидно-уретановый лак является прекрасным выбором для тех, кто хочет обеспечить надежную защиту и красивый вид своим поверхностям.

Целью данной работы является проведение анализа нормативных свойств отделочных материалов на примере алкидно-уретановых лаков различных фирм.

В ГОСТ 33290-2015 заложены требования к исходным материалам, используемым для изготовления лакокрасочных материалов, внешнему виду готовых отделочных материалов.

Качество лака должно контролироваться по следующим показателям: степень 5 по скорости высыхания (ГОСТ 19007-73), вязкость (ГОСТ 8420-74), прочность пленки при ударе (ГОСТ 4765-73), степень адгезии.

Анализ проведённых испытаний

Фирма	1. Лак яхтный «Saitech»	2. Лак яхтный «Неомид»	3. Лак яхтный «Парад»	Свойства алкидно-уретановых лаков, заявленные производителем
Наименование	Лак для внутренних и наружных работ	Лак для внутренних и наружных работ	Лак для внутренних и наружных работ	
Цена	401 руб.	568 руб.	573 руб.	
Связующее	Алкид-уретан	Алкид-уретан	Алкид-уретан	
Степень 5 по скорости высыхания	24 часа	24 часа	24 часа	6–12 часов в один слой; 24 часа – полное высыхание
Вязкость	2 мин. 39 сек.	2 мин. 53 сек.	2 мин. 32 сек.	Не стекает с вертикальных поверхностей. Легко наносится, хорошо растекается
Прочность пленки при ударе, высота удара 10 см	Трещина волосяная, по форме бойка	Трещина волосяная, по форме бойка	Трещина волосяная, по форме бойка	Защищает от ударов и царапин, воздействия воды, мытья и истирания, в результате продлевает срок службы
Высота удара 30 см	Трещина, отхождение покрытия	Трещина, отхождение покрытия	Трещина, отхождение покрытия	
Высота удара 50 см	Трещина, отхождение покрытия большее по площади	Трещина, отхождение покрытия большее по площади	Трещина, отхождение покрытия большее по площади	
Степень адгезии	Степень 0, края гладкие, лак не отслоился от древесины	Степень 1, отслоение мелких чешуек на пересечении надрезов (5% отслоения)	Степень 1, отслоение мелких чешуек на пересечении надрезов (5% отслоения)	

Выводы

Связующее во всех образцах одинаково, но различно по производителю и стоимости. Вязкость каждого образца приблизительно одинакова. Относительно олифы алкидно-уретановый лак является более густой (скорость истечения олифы около 25–30 секунд), что указывает на соответствие заявлениям производителя. Такой лак не будет быстро стекать с вертикальной поверхности, но будет удобно наноситься. У каждого из трех образцов лака 5 степень высыхания достигнута в соответствии с описанием производителя за 24

часа (первый слой высыхает в течение 6–12 часов). У всех образцов прочность к удару также является одинаковой, площадь повреждения возрастает с увеличением высоты удара. Наибольшая степень адгезии у образца 2 и 3, наименьшая степень у образца 1.

Список использованной литературы

1. Кононова О.В., Магомедэминов М.Л., Бойкова И.И. Изоляционные и отделочные материалы: Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 270100.62, 270102.65, 270114.65, 270115.65, 270205.65, 280100.62, 280302.65 всех форм обучения. – Йошкар-Ола: МГТУ, 2008. – 28 с.

2. Фомин Г.С. Лакокрасочные материалы и покрытия. Энциклопедия международных стандартов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство «Протектор», 2008. – 752 с.

УДК 678.8

ЭКОЛОГИЧНЫЕ ВОДОРАЗБАВЛЯЕМЫЕ И ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «ЗЕЛеной ХИМИИ»

Строганов Виктор Федорович, д-р хим. наук, профессор,

Массарова Гузель Илдаровна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: g.massarova2002@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности и свойства водоразбавляемых и водорастворимых эпоксидных композиций, обладающих отличными механическими свойствами и химической стойкостью, а также удовлетворяющие экологическим требованиям. Выполнен анализ производства экологических водосодержащих полимерных материалов, с использованием технологий «зеленой химии».

Ключевые слова: водорастворимые и водоразбавляемые полимеры, эпоксидная смола, адгезия, краски, полимерные покрытия, пленкообразователи, вязкость, эмульсия.

RECYCLING OF WASTE PAINT AND VARNISH MATERIALS

Stroganov V.F., Massarova G.I.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *The article discusses the features and properties of water-soluble and water-soluble epoxy compositions, which have excellent mechanical properties and chemical resistance, and also meet environmental requirements. The analysis of the production of environmentally friendly water-containing polymer materials using the technology of "green" chemistry has been performed.*

Keywords: *water-soluble and water-diluted polymers, epoxy resin, adhesion, paints, polymer coatings, film-forming agents, viscosity, emulsification.*

Введение

Известен широкий спектр полимерных материалов и покрытий, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Полимерные покрытия выполняют две важных функции: защитную от воздействия физических и химических факторов и эстетическую [1–3]. Тем не менее, их химический состав обуславливает негативное воздействие на окружающую среду. С ужесточением экологического законодательства рекомендовано разрабатывать и увеличивать производство материалов и «зеленой химии» [4] на основе водорастворимых (ВРП) и водоразбавляемых полимеров, применение которых способствует снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Эту задачу можно выполнить, исключив или заменив токсичные растворители в технологиях получения и применения покрытий и материалов.

Одним из экологических и перспективных представителей водосодержащих полимеров являются композиции на основе водоразбавляемых и водорастворимых эпоксидных смол, которые отличает высокая адгезия к полярным поверхностям, а следовательно, и возможность их применения в качестве защитных покрытий для металлических, бетонных, железобетонных и других конструкций [5].

К водорастворимым полимерам относят эфиры целлюлозы, поливиниловый спирт, полимеры акриламида, мочевино- и меламина-формальдегидные олигомеры, фенолоформальдегидные олигомеры и др. [6]. Эфиры целлюлозы в строительстве применяются в качестве стабилизаторов воднодисперсионных красок, а также основного компонента клеев для склеивания обоев, пенопластов и фанер. На основе материалов из поливинилового спирта готовят стеновые панели, навесы, клеевые краски и покрытия, кровельный картон и т.д. Полиакриламид применяется в дорожном строительстве с целью упрочнения грунтов и улучшения их структуры. Мочевино- и меламина-формальдегидные олигомеры в виде растворов применяются в технике, в качестве клеев «холодного» и «горячего» отверждения при изготовлении фанеры, деревянных конструкций, для укрепления грунтов, в производстве пластмасс, лаков и эмалей. Фенолоформальдегидные смолы применяются при получении клеев для соединения металлов, древесины, пластмасс и других материалов.

При изготовлении и использовании полимерных покрытий в различных отраслях промышленного производства (рис. 1) в мире ежегодно используется до 10 млн тонн летучих органических соединений. Большая их часть при выполнении отделочных работ улетучивается.



Рис. 1. Структура производства полимерных покрытий, 2018 год

Пары растворителей, попадая в атмосферу, оказывают губительное воздействие на окружающую среду. К тому же, учитывая пожаро- и взрывоопасность растворителей, необходимо обеспечивать их безопасное хранение и обращение с ними.

Эти обстоятельства обуславливают необходимость ограничения по содержанию растворителей и других токсичных летучих органических компонентов в рецептурах полимерных материалов, что стимулирует разработку композиций, не наносящих вред окружающей среде и здоровью человека, и обеспечивающих надежную и долговременную защиту бетонных и металлических конструкций [7]. Эти требования заложены в основу новой экологической политики, которая предусматривает для защиты окружающей среды от токсичных растворителей необходимость разработки и применения полимерных покрытий с низким содержанием растворителей или без растворителей, например, водоосновные покрытия [3; 4; 8].

Покрытия на основе новых водосодержащих пленкообразователей постоянно улучшаются, и это позволяет создавать композиции, не содержащие органических растворителей, смешиваемые на месте применения и обладающие отличными механическими свойствами и химической стойкостью, не уступающие показателям, предъявляемым к органорастворимым материалам [9]. По оценкам экспертов, средние темпы роста рынка экологически безопасных покрытий в период до 2020 года составили 7,4%. Отмечено, что устойчиво высоким спросом на мировом рынке пользуются вододисперсные ЛКМ. Их производство преобладает в Азиатско-Тихоокеанском регионе, а основными рынками являются Китай, Япония, Индия. Об актуальности таких материалов свидетельствует тот факт, что компании-производители «зеленых» покрытий и исследовательские институты инвестируют значительные средства в разработку экологически чистых и безопасных технологий. Цель вложений – создание экологически безопасных полимерных покрытий, не уступающих по уровню эксплуатационных свойств органорастворимым [10].

Анализ динамики изменения годовых объемов производства водосодержащих и органоразбавляемых полимерных материалов свидетельствует о существенном изменении соотношения выпускаемых покрытий в период с 2016 года по сравнению с уровнем их производства в 2012 и 2013 годы (рис. 2) в пользу водосодержащих материалов.

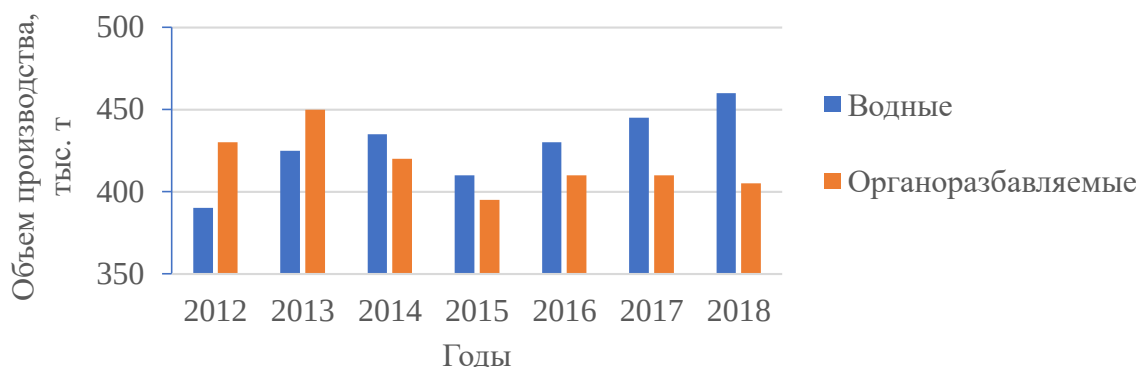


Рис. 2. Динамика изменения мирового годового объема производства водных и органоразбавляемых полимерных материалов

Впервые водные эпоксидные связующие на основе жидких, низковязких ЭС для отверждения на воздухе появились более 30 лет назад [11].

Как известно, эпоксидные смолы являются одним из основных продуктов для производства антикоррозионных покрытий, что объясняется комплексом уникальных свойств этих пленкообразователей:

- низкая вязкость, особенно в сочетании с активными разбавителями, пластификаторами и отвердителями;
- способность к отверждению при умеренных температурах, а в присутствии катализаторов — и при пониженных температурах;
- минимальная усадка в процессе отверждения, что обеспечивает низкий уровень внутренних (остаточных) напряжений в покрытиях на их основе;
- превосходная адгезия эпоксидных покрытий к различным материалам (металлам, бетону, стеклу, камню и другим) в сочетании с комплексом физико-механических свойств;

- хорошие антикоррозионные характеристики, что обусловлено их строением: наличием в структуре эпоксидных, гидроксильных, простых эфирных групп, ароматических и алициклических колец [12–14].

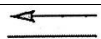
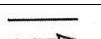
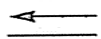
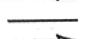
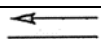
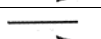
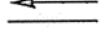
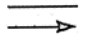
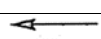
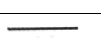
В водоразбавляемых двухупаковочных эпоксидных материалах разбавление водой может применяться как для олигомерной основы (эпоксидные смолы), так и для отвердителей (амины, полиамины и их производные, например, аминокаддукты). В рецептуре композиций содержатся наполнители и пигменты.

В составе водоразбавляемых материалов чаще всего используют жидкие эпоксидные смолы (олигомеры), способные образовывать растворы или эмульсии в воде, однако не исключается применение и твердых смол. Способность эпоксидных смол к эмульгированию и растворению во многом зависит от их вязкости. Высоковязкие смолы труднее подвергаются эмульгированию, чем низковязкие [15; 16].

Наибольшей стабильностью обладают эмульсии на основе средневязких смол. Получаемые эмульсии различаются по размеру частиц, что обуславливает свойства и качество покрытий. При эмульгировании эпоксидных смол значительную роль играют тип и количество эмульгатора. Применение гидрофильных эмульгаторов в больших количествах способствует образованию эмульсий с малым размером частиц. Такие эмульсии образуют лучшие по свойствам покрытия, чем грубодисперсные (табл. 1) [15].

Таблица 1

Влияние размера частиц на свойства эмульсий и покрытий на основе эпоксидных смол [15]

(<2 мкм) мелкие		Размер частицы		(>3 мкм) мелкие
Выше		Вязкость		Ниже
Выше		Физическая стабильность		Ниже
Полное, гомогенное		Отверждение двухупаковочных эпоксидных материалов		Неполное. гомогенное
Выше		Блеск		Ниже
Выше		Твердость пленки		Ниже
Выше		Химическая стойкость		Ниже

Эмульгирование эпоксидных смол происходит по так называемому инверсионному методу (рис. 3), при котором сначала получают эмульсию воды в смоле. При дальнейшем добавлении воды происходит фазовая инверсия и образование эмульсии эпоксидной смолы в воде.

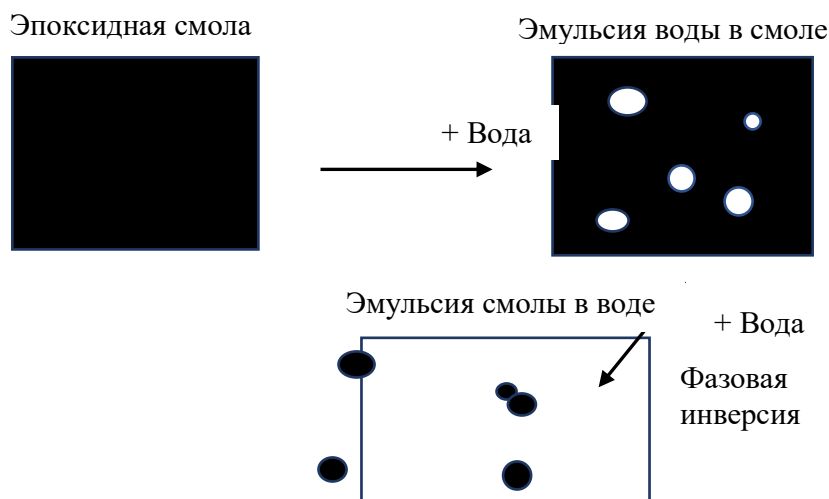


Рис. 3. Схема эмульгирования жидких эпоксидных смол в воде (инверсионный метод) [15]

В точке фазовой инверсии наблюдается максимальная вязкость. В этом состоянии системы, изменяя величину и продолжительность воздействия сдвиговых усилий, могут влиять на размер частиц эмульсии смолы в воде.

Отверждение эпоксидной смолы в водной эмульсии аминными отвердителями протекает неравномерно. После смешения обоих компонентов отвердитель диффундирует в капельки смолы и начинается процесс взаимодействия на поверхности капли (рис. 4). Чем сильнее смачивается поверхность капли водой, тем медленнее внутрь ее диффундирует отвердитель.

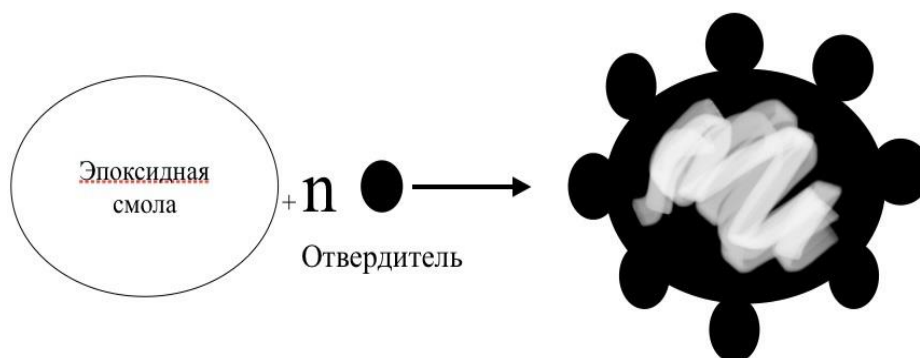


Рис. 4. Схема проникновения отвердителя в эмульсионную каплю эпоксидной смолы [15]

В результате, в реакцию вступают не все реакционноспособные группы, а так как не вступившие в реакцию аминогруппы (в противоположность эпоксидным) гидрофильны, они обуславливают снижение уровня водостойкости покрытий. Учитывая эту особенность, в водоразбавляемые эпоксидные композиции вводят несколько меньшее количество аминного отвердителя, чем стехиометрическое. Кроме того, вода, являясь очень полярным протоносодержащим растворителем, ускоряет реакцию аминолита при взаимодействии эпоксидных смол с аминами, что приводит к сокращению времени жизнеспособности водоразбавляемых композиций по сравнению с органорастворимыми композициями. Другим следствием замены растворителя является более медленная скорость отверждения в сухой пленке, по сравнению с водной средой.

Следует отметить ряд особенностей формирования водоразбавляемых эпоксидных пленкообразователей – возможность протекания процессов: гидролиза эпоксидных групп, диффузионных процессов, проявление гидрофильности аминогрупп и др., которые обуславливают и стимулируют повышенный интерес, развитие направлений исследования и применения покрытий на основе водорастворимых эпоксидных смол [16].

Выводы

Таким образом, исследования по усовершенствованию полимерных покрытий, с использованием полимерных модификаторов, наполнении и введением пигментов в композиции на основе водорастворимых эпоксидных смол с целью улучшения и повышения технологических и эксплуатационных характеристик покрытий, с учетом повышенных требований в области охраны окружающей среды – будут всегда актуальны, что обеспечивает увеличение спроса в строительном и декоративном сегментах, автомобилестроении, деревообработке и других отраслях техники и промышленности.

Список использованной литературы

1. Донецкий К.И. Принципы «зеленой химии» в перспективных технологиях изготовления изделий из ПКМ / К.И. Донецкий, А.В. Хрульков // Авиационные материалы и технологии. – 2014. – № S2. – С. 24–25.
2. Валуева М.И. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен: рынок, свойства, направления применения / М.И. Валуева, А.С. Колобков, С.С. Малаховский // Труды Виам. – 2020. – № 3(87). – С. 49–50.
3. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Полимерные композиционные материалы: получение, структура, свойства: учебное пособие. Ч. 1 / В.Ф. Строганов, М.О. Амельченко. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2022. – 87 с.
4. Строганов В.Ф., Гимранов Р.Ю. «Зелёное строительство» – один из аспектов устойчивого развития страны. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2010. – № 2(14). – С. 319–326.
5. Новоселова И.В. ЛКМ и экология: решение проблемы / И.В. Новоселова, М.И. Власов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 4–3 (9–3). – С. 67–70.
6. Сейтназарова О.М. Синтетические водорастворимые полимеры и важнейшие отрасли их применения // Universum: технические науки. – 2023. – 9(114)/1. – 47–51 с.
7. Кислова Ю.Е. Прогноз развития российского рынка водно-дисперсионных лакокрасочных материалов по сегментам в перспективе до 2020 г. / Ю.Б. Кислова // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2017. – № 3. – С. 10–17.

8. Состояние и развитие рынка смол для лакокрасочных материалов (обзор информации) // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2018. – № 6. – С. 24–25.
9. Штингель Т. Использование водных двухкомпонентных полиуретанов пленкообразователей, не содержащих летучих органических соединений, в строительстве / Т. Штингель, М.Н. Буланов // Лакокрасочная промышленность. – 2013. – № 1–2. – С. 24.
10. Обзор мирового рынка лакокрасочных материалов. Лакокрасочные материалы и их применение. – 2018. – № 1–2. – С. 10–11.
11. Водные эпоксидные ЛКМ // Промышленная окраска. – 2006. – № 4. – С. 2–3.
12. Благоднравова А.А. Лаковые эпоксидные смолы / А.А. Благоднравова, А.И. Непомнящий. – М.: Химия, 1970. – 248 с.
13. Ширяев А.К., Моисеев И.К., Строганов В.Ф. Адамантаны, содержащие эпоксидные соединения и полимеры на их основе (обзор) // Пластические массы. – 1987. – № 12. – С. 35–42.
14. Строганов И.В., Строганов В.Ф. Когезионные и адгезионные свойства эпоксидных адамантансодержащих полимеров // Вестник Каз-го технол-го ун-та. – 2003. – № 2. – С. 378–383.
15. Мюллер Б. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур / Б. Мюллер, У. Пот. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2007. – 237 с.
16. Амирова Л.М. Водоземulsionные фосфорсодержащие эпоксидные композиции для нанесения покрытий / Л.М. Амирова, Т.А. Мангушева, Р.Р. Амиров // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2003. – № 10 – С. 6–9.

*Раздел 7. УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ
ОТХОДОВ*

УДК 504

УТИЛИЗАЦИЯ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Шарафутдинова Анастасия Валерьевна, канд. техн. наук, доцент,

Асылгараева Ляйсан Наилевна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: asylgaraevaa2@gmail.com*

Аннотация. Рассмотрен один из современных актуальных экологических вопросов – обеспечение экологической безопасности утилизации илового осадка. Проанализирован метод термомеханической обработки, в результате которого иловые осадки утилизируют в твердое биотопливо.

Ключевые слова: иловые осадки, обезвоживание осадков, иловые площадки, термомеханическая обработка, твердое биотопливо.

DISPOSAL OF WASTEWATER SLUDGE

Sharafutdinova A.V., Asylgaraeva L.N.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. This article examines one of the current pressing environmental issues – ensuring the environmental safety of the disposal of sludge sludge, and also analyzes the method of thermomechanical treatment, as a result of which sludge sludge is recycled into solid biofuel.

Keywords: sludge, sludge dewatering, sludge beds, thermomechanical treatment, solid biofuel.

Введение

Известно, что почти треть населения Земли испытывает нехватку такого жизненно важного ресурса, как вода. Бережливое рациональное водопользование, включающее в себя эффективные технологии водоочистки, являются настоящей необходимостью.

Однако, построенные согласно требованиям современных технологий очистные сооружения, возвращая в природу чистую воду, генерируют отходы, самым неприятным из которых является активный ил.

Иловые осадки, или осадки сточных вод, представляют собой твёрдо-жидкие отходы, образующиеся на канализационных очистных сооружениях. Осадки сточных вод, как правило, являются смесью осадков первичных и вторичных отстойников и избыточного активного ила биологических очистных сооружений (БОС). Иловые осадки обладают влажностью более 90% и содержат в себе целый спектр загрязняющих веществ, включая тяжёлые металлы, остатки фармацевтических препаратов, патогенную микрофлору и личинки (яйца) гельминтов. Кроме того, осадки сточных вод выделяют в атмосферу вредные, дурнопахнущие газы, концентрации которых могут в 5 раз превышать допустимые уровни по шкале органолептических показателей [1]. Для того чтобы снизить уровень влажности иловых осадков, применяют процесс обезвоживания.

Процесс обезвоживания осадков сточных вод предназначен для получения осадка (кека) влажностью до 50–80%. Обезвоживание осуществляется в основном сушкой осадков на иловых площадках. Однако низкая эффективность такого процесса, дефицит земельных участков в промышленных районах и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение методов механического обезвоживания: вакуум-фильтрование, центрифугирование, фильтропрессование, термическая сушка [2].

Осадки с иловых площадок, образующиеся вследствие очистки бытовых и промышленных сточных вод, являются серьёзной угрозой для экологии

окружающей среды. Это обусловлено тем, что в них существуют все составляющие для быстрого размножения микроорганизмов и болезнетворных бактерий и их дальнейшего распространения в почве, воде и воздухе. Так как иловые площадки долгое время проектировались и служили основными сооружениями для естественного обезвоживания иловых осадков, количество земель, на которых располагаются иловые площадки, значительно увеличилось.

Иловые поля, являющиеся серьезной экологической проблемой, нуждаются в правильной утилизации. В связи с развитием технологий защиты окружающей среды разработан метод термомеханической обработки, который преобразует осадок в гранулят. Используемая технология заключается в том, что иловый осадок, полученный в ходе очистки сточных вод, поступающих со всего города на БОС, сначала обезвоживается, а затем высушивается в сушильных барабанах. Вода, выделенная в результате обезвоживания, проходит дополнительную очистку, а высушенный осадок гранулируется. После сушки гранулы от 3 до 8 мм поступают в силосы, в которых происходит их промежуточное хранение.

В результате получается экологически безопасная полноценная органоминеральная композиция, которая соответствует ГОСТу. Этот продукт может быть использован в качестве полуфабриката для производства плодородного грунта в лесных питомниках или городском озеленении. Также этот продукт можно активно использовать при производстве цемента, рекультивации свалок, засыпки оврагов и в технологиях обустройства дорожных одежд.

Первым городом в России, опробовавшим данную технологию, является город Казань. Строительство линии стоимостью 1,7 млрд рублей началось в декабре 2018 года на собственные заемные средства МУП «Водоканал». Сейчас строительная готовность объекта составляет 100%. В четырехэтажном строении находятся цех механического обезвоживания и цех термомеханической утилизации осадка [3]. Ежедневно 35 тыс. автомобилей завозят стоки на очистные сооружения. После производства двухступенчатой очистки –

механической и биологической, в Волгу выпускаются 34 тыс. автоцистерн очищенной воды. Кроме этого, 35 автоцистерн, или 350 тонн илового осадка, которые ранее вывозились на иловые поля, теперь будут поступать на завод термомеханической обработки, в результате чего образуется гранулят [3]. Полученный продукт имеет пятый класс опасности, т.е. фактически безопасен. До транспортировки к потребителю гранулят временно хранят в герметически защищенных бункерах.

Цех сушки ила в ноябре 2021 года получил заключение государственного строительного надзора. На гранулы, в которые теперь превращается ил, оформлен сертификат твердого биотоплива. Продукт вывозят на цементные заводы в Мордовию, Подмоскowie, Рязанскую и Ульяновскую области [4].

Выводы

Рассмотренная технология утилизации осадков с иловых площадок позволяет решить серьезную экологическую проблему: сократить выбросы вредных веществ в атмосферу и предотвратить загрязнение почвы, и грунтовых вод. Современные технологии, основанные на принципах биотехнологии и энергетики, позволяют успешно проводить рекультивацию значительной части иловых полей, однако необходимо широкомасштабное внедрение этих инноваций и в других городах страны с целью расширения масштабов изменения прогрессивных технологий.

Список использованной литературы

1. Дрегуло А.М., Панова Н.Е. Оценка негативного воздействия на окружающую среду полигонов складирования осадков биологических очистных сооружений // Экология и промышленность России. – 2012. – С. 43–45.
2. Хисамеева Л.Р., Селюгин А.С., Абитов Р.Н., Бусарев А.В., Урмитова Н.С. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л.Р. Хисамеева, А.С. Селюгин, Р.Н. Абитов, А.В. Бусарев, Н.С. Урмитова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2016. – 105 с.
3. Рыбакова Н. «Казань решила экологическую проблему»: город первым в России откажется от иловых полей [Электронный ресурс]. – <https://www.tatar-inform.ru/news/kazan->

resila-ekokatastrofu-gorod-odnim-iz-pervyx-v-rossii-otkazetsya-ot-ilovyx-polei-5821236 (дата обращения: 01.03.2024).

4. Брусницын А.В. Ильсур Метшин о «грязной бомбе» на берегу Волги: «Мы это прекратили» [Электронный ресурс]. – <https://kazan.bezformata.com/listnews/metshin-o-gryaznoy-bombe-na-beregu/107998733/> (дата обращения: 01.03.2024).

УДК 66.0

НАПОЛНИТЕЛЬ ЭПОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА

Валеева Алина Равиловна, канд. техн. наук, ассистент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань, e-mail: alina.valeeva@yandex.ru,

Готлиб Елена Михайловна, д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» г. Казань, Россия. e-mail: egotlib@yandex.ru,

Гимранова Альмира Рамазановна, канд. техн. наук, ассистент,

Галимов Энгель Рафикович, д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань, Россия. e-mail:

miracle543543@mail.ru, kstu-material@mail.ru

Аннотация. Показана эффективность получения наполнителя, путем изотермической выдержки при 1300°C отхода производства чугуна, с целью спекания содержащихся в его составе окислов кремния, кальция и магния. Этот наполнитель закономерно повышает износостойкость и снижает коэффициент трения эпоксидных композиций с ростом его концентрации, и тем самым обеспечивает улучшение антифрикционных свойств. При содержании его 10–15 масс. ч существенно растет адгезия эпоксидных покрытий к стали.

Ключевые слова: металлургические шлаки, износ, твердость, пористость, адгезионные свойства.

FILLER FOR EPOXY MATERIALS BASED ON METALLURGICAL SLAG

Valeeva A.R.¹, Gotlib E.M.², Gimranova A.R.¹, Galimov E.R.¹,

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan

²Kazan National Research Technological University, Kazan

Annotation. *The efficiency of obtaining filler based on cast iron production waste, by isothermal exposure at 1300°C, in order to sinter the oxides of silicon, calcium and magnesium contained in it, has been shown. This filler naturally increases wear resistance and reduces the coefficient of friction of epoxy compositions with increasing concentration, thereby improving antifriction properties.*

Keywords: *metallurgical slags, wear, hardness, porosity, adhesion properties.*

Введение

В русле развития экономики замкнутого цикла эффективно применение в составе композиционных материалов наполнителей на основе крупнотоннажных отходов промышленности и сельского хозяйства, что позволяет повысить конкурентоспособность изделий и решить параллельно природоохранные задачи [1].

Ценным техногенно-минеральным сырьем для получения наполнителей являются металлургические шлаки, содержащие оксиды кремния, кальция, магния и др. [2]. При выплавке 1 т чугуна получается от 400 кг до 1 тонны шлака, ежегодный объем их составляет около 45 млн тонн, огромное количество шлаков (порядка 500 млн тонн) накоплено в отвалах металлургических предприятий [2].

Эти шлаки применяются, в основном, в составе строительных материалов, главным образом, в цементной промышленности [3]. Однако это

ценное сырье используется в нашей стране недостаточно (примерно, на 30%). Поэтому применение шлаков для получения наполнителей полимеров является актуальным.

В этом направлении известны работы по наполнению чугунолитейным шлаком ПВХ композиций [4] и доменным шлаком – полиэтилена [5; 6].

Экспериментальная часть

Эпоксидные композиции получали на основе диановой смолы ЭД-20 ГОСТ (10587-84), отвержденной аминоалкилфенолом АФ-2, (ТУ 2494-052-00205423-2004) в течение 7 суток при комнатной температуре.

Наполнитель на основе отхода производства чугуна получали путем изотермической выдержки при 1300°C этого металлургического шлака (МШ), для спекания содержащихся в его составе окислов кремния, кальция и магния и проведения процесса кристаллизации образца [6].

Рентгенографический количественный фазовый анализ наполнителя проводился на многофункциональном дифрактометре Rigaku SmartLab при параметрах съёмки: угловой интервал от 3–65° шагом сканирования 0,02.

Определение пористости и удельной площади поверхности пор наполнителя проводилось с применением газовой низкотемпературной сорбции азота методами Брунауэра, Эммета и Теллера (BET – метод ISO 9277:2010) и газопоглощения (ISO 15901-2:2006) на приборе Quantachrome Nova 1200e.

Кислотно-основные свойства поверхности МШ определялись рН-метром марки SevenMulti при 20°C.

Размер частиц наполнителя определялся методом лазерной дифракции в соответствии с ГОСТ Р 8.777-2011, маслосъемкость – по ГОСТ ГОСТ 21119.8-75.

Износостойкость эпоксидных покрытий определяли на вертикальном оптиметре ИЗВ-1. В качестве контртела использовали бруски из инструментальной стали ХВГ, закаленной до твердости HRC 60–64. Были использованы следующие режимы испытания: удельное давление контртела на

испытываемую поверхность образца $P=1$ МПа, скорость скольжения $V_{ск} = 1$ м/сек., без смазки.

Определение адгезии методом отрыва к стальным тавровым и алюминиевым соединениям производилось в соответствии с ГОСТ 32299-2013 (ISO 4624:2002, MOD) на приборе Shimadzu AG-50 kNX при использовании программного обеспечения Shimadzu Trapiziumx.

Определение коэффициента трения проводилось на автоматизированной машине трения «Tribometer, CSM Instruments» (Швейцария), управляемой компьютером, по стандартной схеме испытания «шарик-диск» (ISO 20808). Линейная скорость при испытании составляла 8,94 см/с, частота выборки – 10 Гц, температура – 25°C, влажность – 20%.

Электронно-микроскопический анализ образца МШ проводился на растровом микроскопе Jeol JSM7001F с использованием энергодисперсионного детектора Oxford INCA X-max 80 для определения элементного состава.

Обсуждение результатов

Рентгенофазовый анализ (рис. 1) показал наличие в составе наполнителя кальций-магниевых силикатов (КМС) – 23% диопсида и 77% акерманита, которые отличаются структурой кристаллической решетки.

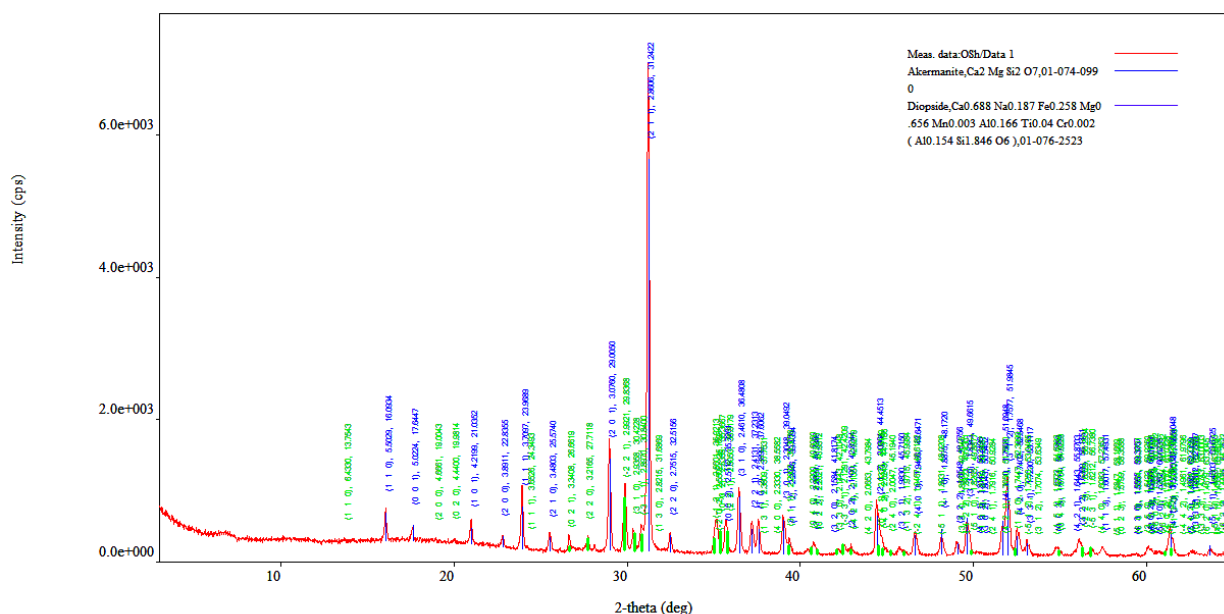


Рис. 1. РКФА спектр наполнителя

Структура (рис. 2) исследуемого наполнителя на основе металлургического шлака (МШ) не является однородной, имеются кристаллы игольчатой формы и сферообразные частицы разных размеров.

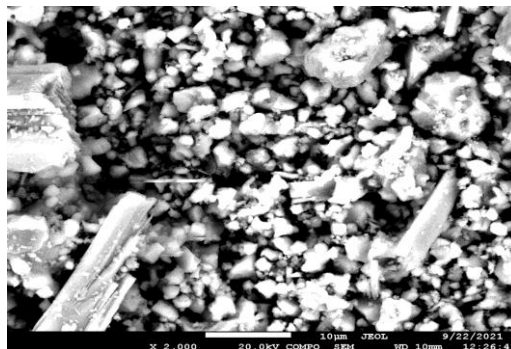


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок КМС на основе МШ
(увеличение $2 \cdot 10^3 \times$)

Наполнитель на основе металлургического шлака имеет небольшую пористость, удельная поверхность его пор по БЭТ – 0,475 м²/г. Средний размер частиц КМС составляет – 12,41 мкм.

Таблица 1

Маслоемкость и кислотно-основные свойства наполнителя

Маслоемкость, г/100 г	pH водной вытяжки при 20°C
13	10,52

МШ имеют выраженную щелочную природу поверхности и низкую маслоемкость.

Этот наполнитель закономерно повышает износостойкость (рис. 3) и снижает коэффициент трения (рис. 4) эпоксидных покрытий с ростом его концентрации. Таким образом, КМС на основе МШ обеспечивает существенное улучшение антифрикционных свойств. Максимальное улучшение исследуемых показателей составляет примерно 50%, при содержании наполнителя 25 масс. ч на 100 масс. ч ЭД-20.

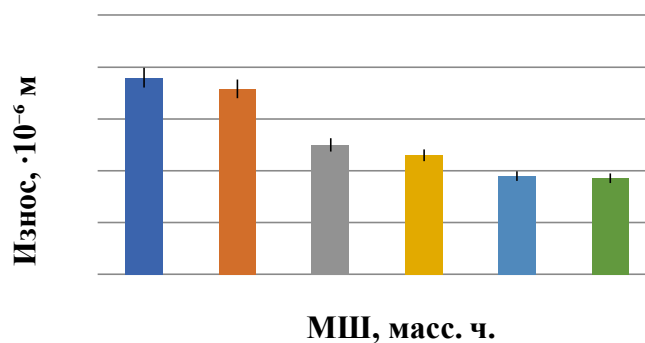


Рис. 3. Зависимость степени износа эпоксидных покрытий от содержания наполнителя

Рост износостойкости наполненных эпоксидных композиций обусловлен, в определенной степени тем, что за счет твердых частиц МШ имеет место возникновение препятствий развитию деформаций в полимерной матрице [7], в результате возрастания жесткости наполненного материала.

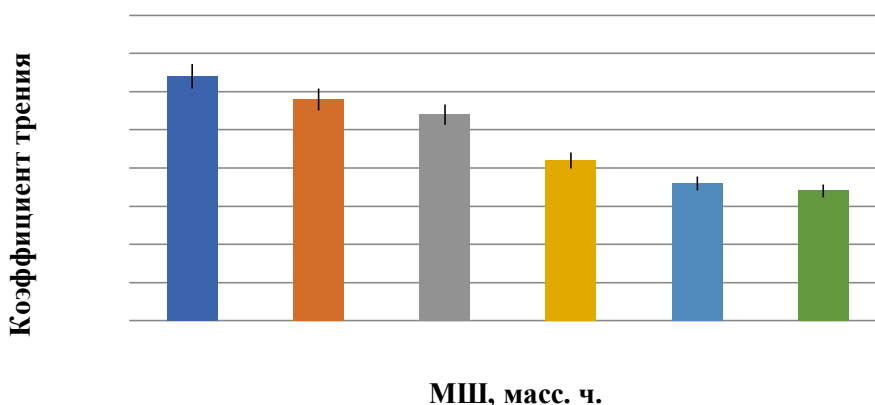


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения композиций от содержания наполнителя

Высокие трибологические характеристики наполненных эпоксидных покрытий, очевидно, связаны с большим содержанием оксидов магния и алюминия в составе кальций-магниевого силиката на основе отходов черной металлургии [6].

Положительное действие этих оксидов металлов на антифрикционные свойства объясняется не только тем, что они отводят тепло, образующееся в процессе работы металлополимерных подшипниковых пар трения, но и образуют на трущихся поверхностях соединения с высокой износостойкостью [8].

Таким образом, КМС играет роль наполнителя, опосредованно влияющего на трение через формирование в полимерном связующем более износостойкой структуры [9].

Зависимость адгезии к стали от содержания наполнителя имеет экстремальный характер с максимумом при 10–15 масс. ч. МШ на 100 масс. ч. эпоксидной смолы (рис. 5).

Адгезия к алюминию эпоксидных композиций значительно ниже, чем к стали, и уменьшается по мере увеличения содержания МШ (рис. 5). Это согласуется с литературными данными [10], что адгезионная прочность полимерных покрытий к алюминию, как правило, ниже, чем к стали, что связано с образованием оксидной пленки на поверхности этого металла.

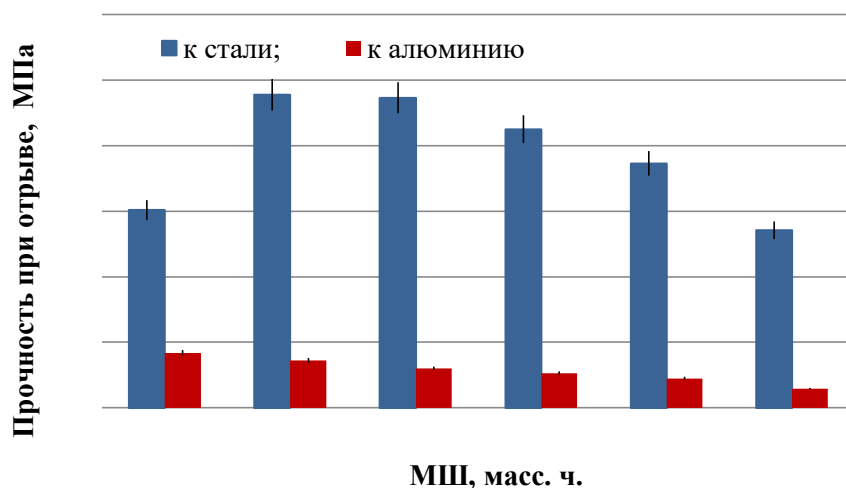


Рис. 5. Концентрационная зависимость прочности при равномерном отрыве покрытий от стали и алюминия

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод, что кальций-магнийевый силикат, полученный на основе металлургического шлака, обеспечивает получение эпоксидных покрытий с высокой износостойкостью, адгезионной прочностью к стали и антифрикционными характеристиками.

Список использованной литературы

1. Suhot M.A. Recent Progress of Rice Husk Reinforced Polymer Composites Review / M.A. Suhot, M.Z. Hassan, S.A. Aziz, Md Daud M.Y. et all // *Polymers*. – 2021. – No13. – P. 239.
2. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков и др. – Пермь: Перм. гос.техн. ун-т, 2008. – 316 с.
3. Погорелов С.А. Техногенное сырье для получения гипсовых вяжущих веществ и изделий на их основе / С.А. Погорелов // *Строительные материалы, оборуд., технологии XXI века*. – 2003. – № 3. – С. 16.
4. Низамов Р.К. Модификация ПВХ композиций отходами металлургических производств / Р.К. Низамов, Э.И. Нагуманова, Р.Г. Галеев и др. // *Изв. вузов. Строительство*. – 2006. – № 3–4. – С. 47–50.
5. Мелконян В.Г. Исследование полимерных связующих с наполнителями из техногенных отходов / В.Г. Мелконян, П.В. Борков // *Успехи современного естествознания*. – 2012. – № 6. – С. 38.
6. Готлиб Е.М. Волластонит и диопсид содержащие наполнители эпоксидных материалов на основе сельскохозяйственных и техногенных отходов / Е.М. Готлиб, И.Д. Твердов, Т.Н.Ф. Ха и др. // *Вестник технологического университета*. – 2022. – Т. 25. – № 8. – С. 164–174.
7. Крыжановский В.К. Изучение влияния высокодисперсных и наноразмерных неорганических добавок на структурно-физические характеристики эпоксидных матриц и свойства трибопластиков / В.К. Крыжановский, И.В. Никитина, О.Г. Ясногородская и др. // *Вопросы материаловедения*. – 2009. – Т. 57. – № 1. – С. 66–76.
8. Barczewski M. Rotational molding of polylactide (PLA) composites filled with copper slag as a waste filler from metallurgical industry / M. Barczewski, A. Hejna, J. Aniśko, et all // *Polymer testing*. – 2022. – Vol. 108. – P. 1–11.
9. Галимов Э.Р. Композиционные материалы на основе поливинилхлорида, наполнителей и полимерных модификаторов: монография / Э.Р. Галимов, А. М. Мухин, Н.Я. Галимова и др. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Камской государственной инженерно-экономической академии, 2012. – 170 с.
10. Кусков В.Н. Строение и свойства анодной оксидной пленки на алюминии и сплаве Д16 / В.Н. Кусков, Н.Ф. Коленчин, П.Н. Шадрин и др. // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 11–3. – С. 625–629.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИЙ

Закирова Ангелина Максимовна, студент,

Осипова Венера Юсуповна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: uvenos16@gmail.com*

Аннотация. Рассмотрена возможность использования технологий переработки вторичных ресурсов в городской среде, что становится все более актуальным и важным в современном мире. В работе анализируются примеры успешного использования вторичных материальных ресурсов в строительстве городов зарубежных стран, а также исследуется потенциал и перспективы их применения на территории России.

Ключевые слова: урбанизация, загрязнение окружающей среды, природопользование, вторичные ресурсы, городская среда, переработка, устойчивое развитие.

USE OF SECONDARY RESOURCES IN CONSTRUCTION AND IMPROVEMENT OF TERRITORIES

Zakirova A. M., Osipova V. Yu.

Kazan State University of Architecture and Construction, Kazan

Annotation. The possibility of using technologies for processing secondary resources in the urban environment is considered; it is becoming increasingly relevant and important in the modern world. The work analyzes examples of the successful use of secondary material resources in the construction of cities in foreign countries, and also explores the potential and prospects for their use in Russia.

Keywords: *urbanization, environmental pollution, environmental management, secondary resources, urban environment, recycling, sustainable development.*

Введение

Ежегодно растущее количество образующихся твердых коммунальных и промышленных отходов обуславливает всевозрастающий уровень антропогенной экологической нагрузки на окружающую среду и экологического вреда и связанного с ним экономического ущерба природным экосистемам. Эти факторы представляют серьезную угрозу экологической безопасности территорий, а, следовательно, разработка эффективных технологий и методов борьбы с загрязнением окружающей среды являются весьма актуальными.

Урбанизация – это процесс роста и развития городов, а также увеличения доли городского населения в общей численности населения страны или региона. В результате урбанизации происходит процесс формирования и расширения городских территорий, а также изменение образа жизни и экономической структуры населения. В настоящее время урбанизация является актуальной для многих городов России. С каждым годом население городов стремительно растет, что приводит к увеличению спроса на различные ресурсы, в том числе и на строительные материалы. Однако использование первичных материалов для застройки городов связано с добычей камня, песка, металла, древесины, нефти, газа и других, при производстве строительных материалов и строительстве используется большое количество ресурсов и энергии, что приводит к истощению природных ресурсов и образованию загрязняющих веществ и отходов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Цель статьи – рассмотреть возможности использования вторичных материальных ресурсов в строительстве и урбанизации городов России.

Вторичные ресурсы, такие как переработанный бетон, стекло, металл и пластик, могут быть использованы не только для снижения негативного воздействия на окружающую среду, но и для решения технических задач строительного материаловедения [1].

Известно негативное влияние строительства городов на окружающую среду в масштабах всей планеты. Воздействие происходит как во время самого строительства, так как оно нуждается в достаточном количестве сырья, стройматериалов, энергетических, водных и других ресурсах, так и при эксплуатации уже построенных объектов. На месте добычи строительных материалов образуются огромные безжизненные овраги и котлованы. Эрозия почв способствует загрязнению воздуха пылью, понижается уровень грунтовых вод, что опять же приводит к гибели лесов, деградации плодородных земель, загрязнению воздуха, водных ресурсов и отрицательно влияет на флору и фауну, а также к разрушению существующих экосистем и гибели естественных природных ландшафтов.

В России активно развивается внедрение вторичных ресурсов в городском строительстве. Например, в Москве и других крупных городах строятся дома из переработанного пластика – пластиковых блоков, а также используются декоративные элементы из переработанного стекла. Существуют различные технологии производства блоков из переработанного пластика и их себестоимость по сравнению другими конкурентами всегда ниже. Данный материал устойчив к гниению, обладает лёгкостью и хорошими тепло-, влаго-, сейсмостойкими свойствами и огнеупорностью, а также признан экологичным и в дальнейшем может подвергнуться новой переработке [2].

Помимо этого, вторичные материальные ресурсы могут быть использованы для создания зеленых зон и парков, что способствует улучшению экологической обстановки в городах. Например, детские площадки можно изготовить из переработанного пластика. Создание детской площадки из вторичного сырья – это креативный и экологически ответственный процесс, который может быть выполнен с помощью различных методов и материалов [3].

На стадии проектирования площадки необходимо определить концепцию и дизайн будущей игровой зоны. Затем, подбираются подходящие материалы из вторичного сырья, такие как старые шины, пластиковые бутылки, металлические балки и другие отходы, которые могут быть не только переработаны, но и использованы для создания элементов оформления площадки.

Следующим шагом является изготовление различных игровых конструкций, качелей, горок, каруселей и других элементов, которые будут включены в площадку. Эти элементы могут быть собраны вручную или с помощью специального оборудования и инструментов. После сборки и установки всех элементов площадки, необходимо провести тестирование и проверку безопасности игровой зоны. Убедившись в том, что все конструкции надежно закреплены и безопасны для использования детьми, площадка может быть открыта для игр и развлечений.

Таким образом, процесс создания детской площадки из вторичного сырья требует тщательного планирования, творческого подхода и внимания к безопасности, но, в конечном итоге, это позволяет создать уникальное и экологически чистое место для игр и развлечений детей.

Известно, что при строительстве городов в зарубежных странах успешно используются различные вторичные ресурсы для улучшения экологической устойчивости и энергоэффективности зданий и инфраструктуры [4]. Швеция является одной из стран, активно занимающихся передовыми методами переработки и повторного использования пластиковых отходов. В частности, для строительства дорог и пешеходных дорожек в стране используется технология, которая позволяет добавлять переработанные пластиковые материалы в асфальт. Для производства такого асфальта сначала необходимо измельчить пластиковые отходы и смешать их с другими компонентами, такими как асфальтная крошка и битум. Полученная смесь затем нагревается и размещается на полотне дорог, где затвердевает, образуя прочное покрытие.

Использование переработанных пластиковых материалов для строительства дорог имеет ряд преимуществ. Во-первых, это позволяет уменьшить количество пластиковых отходов, которые могут быть переработаны, вместо захоронения на свалках. Во-вторых, такой асфальт оказывается более прочным и долговечным, чем традиционный асфальт, что повышает качество и стойкость дорожного покрытия [5].

Известно, что использование переработанных пластиковых отходов для устройства строительных дорог и пешеходных дорожек в Швеции является одним из эффективных способов борьбы с проблемой загрязнения окружающей среды и повышения долговечности дорожной инфраструктуры страны.

Выводы

Показана целесообразность применения в строительстве вторичных материальных ресурсов, что помогает уменьшить затраты на производство новых материалов и сократить загрязнение окружающей среды. Использование вторичных ресурсов в городской среде способствует устойчивому развитию и помогает сократить потребление природных ресурсов. В этой связи важно поддерживать и развивать практики вторичного использования ресурсов в городах, что способствует сохранению окружающей среды и созданию более устойчивой и экологически чистой городской среды.

Список использованной литературы

1. Фи Натали. ЭКОsapiens: простые правила осознанной жизни / Натали Фи [пер. с англ. А. Усачевой]. – М.: Эксмо, 2020. – 208 с. – (Жизнь в стиле эко).
2. Потапова Е.В. Проблема утилизации пластиковых отходов // Известия Байкальского государственного университета. – 2018. – Т. 28. – № 4. – С. 535–544.
3. Рябов О.Р. Зеленые микрзоны в урбанизированной среде / О.Р. Рябов // Известия КГАСУ. – 2016. – № 4(38). – С. 185–191.
4. Фаррахов А.Г. Энергосбережение в строительном и жилищно-коммунальном комплексах: подходы и решения // Энергосбережение и водоподготовка. – 2015. – № 2. – С. 52–55.

5. Сибгатуллина Л.Ш., Сулейманов А.М. Реконструкция парка имени Урицкого г. Казань: история создания, проблемы, принципы // Известия КГАСУ. – 2023. – № 4 (66). – С. 133–142.

УДК 691.215.1:691.5:661.25

ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИПСА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОСАДКА КОАГУЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Комаров Максим Александрович, аспирант

УО «Белорусский государственный технологический университет»,

г. Минск, e-mail: makkom1995@gmail.com

***Аннотация.** Представлены результаты по получению и основным характеристикам высокопрочного гипсового вяжущего на основе синтетического гипса из отработанной серной кислоты и осадка коагуляции поверхностных вод*

***Ключевые слова:** осадок коагуляции, отработанная серная кислота, синтетический гипс, гипсовое вяжущее, характеристики.*

GYP SUM BINDER BASED ON SYNTHETIC GYP SUM OBTAINED FROM COAGULATION SEDIMENT OF SURFACE WATER AND SPENT SULFURIC ACID

Kamarou M.A.

Belarusian State Technological University, Minsk

***Annotation.** The paper presents the results on the production and main characteristics of high-strength gypsum binder based on synthetic gypsum from waste sulfuric acid and surface water coagulation sludge*

***Keywords:** coagulation sludge, waste sulfuric acid, synthetic gypsum, gypsum binder, characteristics.*

Введение

Проблема переработки отходов актуальна и является частью «зеленой химии» и экономики замкнутого цикла [1–4]. К сожалению, большинство экологических проектов нерентабельны и осуществляются только за счет положительного воздействия на окружающую среду. Поверхностные воды загрязнены сильнее, чем водоносные горизонты. Очистка поверхностных вод включает основную стадию коагуляции. Для этого используются коагулянты – соли железа и алюминия. При этом образуется осадок, включающий преимущественно карбонат кальция и гидроксиды железа или алюминия, в зависимости от того, какой коагулянт использовался. Обычно этот осадок собирается и хранится на территории водоочистных сооружений. Поскольку эти отходы содержат в основном карбонат кальция, ранее нами рассматривался вариант их использования в качестве сырья для производства гипса [5–8]. Полученные результаты показали, что синтетический гипс, полученный на основе осадка коагуляции поверхностных вод и отработанной серной кислоты, является перспективным гипсосодержащим сырьем, поскольку содержание основного компонента в нем составляет не менее 95 масс.%.

Гипсовые вяжущие и изделия на их основе являются малоэнергоемкими перспективными строительными материалами [9]. Они имеют невысокую стоимость по сравнению с другими строительными материалами, за счет отсутствия высокотемпературных стадий обжига.

В России в настоящее время доля гипсовых вяжущих составляет не более 5% в общем балансе минеральных вяжущих, а в Беларуси этот показатель ещё ниже – менее одного процента. Номенклатура производимых гипсовых вяжущих в СНГ и в Беларуси весьма узкая – строительный гипс около 95%, высокопрочный гипс около 5% [10].

В связи с отсутствием в нашей республике необходимого объема выпуска гипсовых вяжущих потребность в указанных строительных

материалах покрывается за счет импорта, что напрямую связано с состоянием сырьевой базы в Республике Беларусь, а именно отсутствием запасов природного гипса. В связи с этим и экономической привлекательностью использования гипсовых вяжущих актуальной задачей являлось получение гипсовых вяжущих на основе местного сырья.

Наиболее перспективным видом гипсовых вяжущих, получаемых из синтетического гипса, является высокопрочный гипс, получаемый методом автоклавирования, так как данный материал обладает высокими прочностными характеристиками, и при необходимости более низкой марки его можно «разбавлять» низкомарочным материалом либо двуводным гипсом.

Было проведено комплексное исследование физико-химических свойств гипсового вяжущего на основе синтетического гипса, полученного из осадка коагуляции поверхностных вод и отработанной 52–55% серной кислоты. Схема переработки представлена на рис. 1.

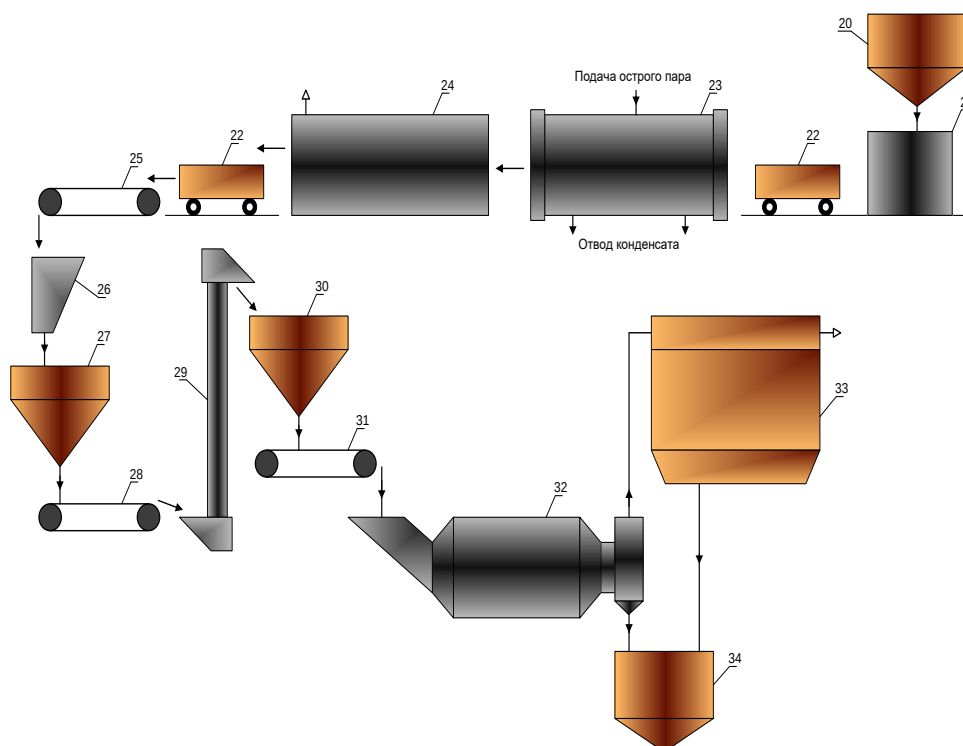


Рис. 1. Технологическая схема производства высокопрочного гипсового вяжущего

Технологический процесс производства высокопрочного гипсового вяжущего включает следующие стадии:

- брикетирование синтетического гипса;
- гидротермальная обработка гипса с получением $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$;
- дробление брикетов полугидрата сульфата кальция;
- сушка раздробленного полугидрата сульфата кальция;
- измельчение материала;
- складирование.

Гипсовое вяжущее, полученное по вышеописанному способу, характеризуется следующими сроками схватывания: начало 4–6 минут, окончание 10–11 минут, и подтверждает, что полученное вяжущее является быстротвердеющим и удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации на высокопрочные гипсовые вяжущие.

Полученное гипсовое вяжущее является вяжущим средней водостойкости с $K_p = 0,49$.

Экспериментальным путем, по диаметру расплыва теста, которое составило 177 мм, было установлено водогипсовое отношение для полученного гипсового вяжущего, которое составило 0,45, что соответствует требованиям ГОСТ 23789-79.

Проведенными исследованиями установлено, что свойства полученного высокопрочного гипсового вяжущего по разработанной технологии находятся на уровне зарубежных аналогов, используемых при производстве сухих строительных смесей и в составе самонивелиров. Марка получаемого высокопрочного гипсового вяжущего – Г10-Г22.

Выводы

Уникальность предложенного технологического решения состоит в том, что в настоящее время технологии получения высокопрочного гипсового вяжущего на основе синтетического гипса из отработанной серной кислоты и осадка коагуляции поверхностных вод ни в Беларуси, ни в странах

СНГ нет, что является отличительной особенностью, так как все производства по получению гипсовых вяжущих в этих странах базируются на природном гипсовом сырье. Разработанная технология позволяет перерабатывать такие виды отходов как отработанная серная кислота и осадок коагуляции поверхностных вод, с получением гипсового вяжущего, не уступающего по своим характеристикам вяжущему, получаемому на основе природного сырья.

Список использованной литературы

1. Smorokov A. et al. A novel low-energy approach to leucoxene concentrate desiliconization by ammonium bifluoride solutions // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. – 2023. – Т. 98. – № 3. – С. 726–733.
2. Smorokov A. et al. Low-temperature desiliconization of activated zircon concentrate by NH_4HF_2 solution // *Minerals Engineering*. – 2022. – Т. 189. – С. 107909.
3. Smorokov A. et al. Low-temperature method for desiliconization of polymetallic slags by ammonium bifluoride solution // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2023. – Т. 30. – № 11. – С. 30271–30280.
4. Abdulwahid M. Y. et al. The production of environmentally friendly building materials out of recycling walnut shell waste: A brief review // *Biomass Conversion and Biorefinery*. – 2023. – С. 1–10.
5. Комаров М.А., Короб Н.Г., Романовский В.И. Синтез дигидрата сульфата кальция из техногенного сырья // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки*. – 2020. – № 16. – С. 76–82.
6. Комаров М.А., Камлюк Т.В. Синтетический гипс из осадков коагуляции природных вод // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2022. – № 1. – С. 38–43. <https://doi.org/10.35776/VST.2022.01.06>.
7. Романовский В.И., Комаров М.А. Направления использования фильтрата при производстве гипса из осадков коагуляции природных вод // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2022. – № 2. – С. 54–59.
8. Комаров М.А., Романовский В.И. Получение синтетического гипса из отхода водоподготовки – недопала извести // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2022. – № 5. – С. 57–60.

9. Wang C. et al. Preparation of calcium sulfate from recycled red gypsum to neutralize acidic wastewater and application of high silica residue // Journal of Material Cycles and Waste Management. – 2024. – С. 1–8.

10. Kamarou M. et al. Low energy synthesis of anhydrite cement from waste lime mud // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2023. – Т. 98. – № 3. – С. 789–796.

УДК 502.654

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ СВАЛОК ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Юсупова Азалия Азатовна, студент,

Антонова Ильвира Илгизовна, ст. преп.

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, e-mail: antonova.ilvira@yandex.ru

Аннотация. В статье представлена актуальность проблемы рекультивации земель, рассмотрены этапы рекультивации земель, нарушенных полигонами твердых бытовых свалок.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полигон ТБО, рекультивация.

RECLAMATION OF LANDFILLS OF SOLID HOUSEHOLD WASTE

Yusupova A.A., Antonova I.I.

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Annotation. The article presents the relevance of the problem of land reclamation, indicates the main destructive work of territories, lists the main trends in land restoration.

Key words: heavy household waste, landfills, ecosystem, reclamation.

Введение

Рекультивация свалок твердых бытовых отходов является одной из актуальных задач охраны окружающей среды. С каждым годом объемы

производимых отходов увеличиваются, что приводит к необходимости разработки эффективных методов и технологий их утилизации и переработки.

Свалки твердых бытовых отходов представляют собой серьезную экологическую проблему. Эти территории, безусловно, оказывают негативное воздействие на компоненты окружающей среды. Они загрязняют почву, воду и воздух, создавая опасность для здоровья людей и животных. Кроме того, свалки являются неэффективным способом утилизации отходов, так как они занимают большие площади и не позволяют использовать ресурсы, содержащиеся в отходах. В связи с этим рекультивация полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) является актуальной проблемой.

Целью является рассмотрение способов рекультивации полигонов для сохранения природы и обеспечения экологической безопасности.

К твёрдым бытовым относятся отходы хозяйственной деятельности населения (приготовление пищи, уборки и текущего ремонта квартир и др.), включая отходы отопительных устройств местного отопления, крупногабаритные предметы домашнего обихода, упаковку, смет с дворовых территорий, улиц, площадей и другие [1].

Удаление твёрдых бытовых отходов обеспечивает санитарную очистку городов и создаёт необходимые санитарно-экологические условия существования населённого пункта. Рекультивация свалок также играет важную роль в минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Этот процесс позволяет восстанавливать землю и водные ресурсы, улучшать состояние почв и уменьшать выбросы вредных веществ в атмосферу.

Рекультивация полигона бытовых отходов является длительным и многоступенчатым процессом [2]. Этот процесс предполагает их переработку и восстановление природных экосистем. Включает в себя несколько этапов [3]: сортировку отходов, их переработку и использование полученных материалов в производстве, а также восстановление почвы и растительности на месте свалки.

Сортировка отходов является первым и важным этапом рекультивации. Она позволяет разделить отходы на различные категории, такие как: пластики, стекло, металлы и органические отходы. Это обуславливает возможность эффективной переработки и использования отходов, а также уменьшение объемов отходов, отправляемых на свалку.

Переработка отходов – следующий этап рекультивации. Она включает в себя использование различных технологий для превращения отходов в новые материалы или энергию. Например, термопластики могут быть переработаны в гранулы для производства новых изделий, а органические отходы могут быть использованы для производства биогаза или компоста.

Восстановление почвы и растительности – заключительный этап рекультивации. Он включает в себя восстановление плодородия почвы, а также посадку растений и деревьев на месте свалки. Это позволяет восстановить природные экосистемы и создать благоприятные условия для жизни растений и животных. Одной из наиболее важных задач является подбор ассортимента многолетних трав, который наряду с другими мероприятиями обеспечивает наиболее активное зарастание рекультивируемой поверхности и формирование экологически безопасных экосистем на территории бывшего полигона.

Одним из способов борьбы с проблемой утилизации отходов является повышение осведомленности об экологических проблемах среди населения, а также внедрение современных технологий управления отходами. Чем большее количество людей осознают вред, который наносят отходы окружающей среде, тем большее их количество будет участвовать в экологических инициативах. Важно также развивать программы по утилизации и переработке отходов, чтобы сократить их объем и создать возможности для повторного использования материалов.

Эта проблема является актуальной для большинства городов, где недостаток места для вывоза и обработки мусора приводит к накоплению отходов на свалках. Одним из городов, который активно занимается рекультивацией свалок, является Казань. В городе проводятся работы по

переработке и утилизации отходов, а также восстановлению почвы и растительности на территориях бывших свалок. Одним из успешных примеров рекультивации полигонов ТБО в Казани является проект по созданию парковых зон на территориях бывших свалок. По проекту проводятся работы по очистке и восстановлению почвы, посадке новых деревьев и растений, а также по созданию инфраструктуры для отдыха и спорта. Такие парковые зоны становятся не только местом для активного времяпрепровождения горожан, но и символом заботы о природе и экологической ответственности.

Однако важно понимать, что рекультивация свалок – это долгосрочный процесс, требующий комплексного подхода и участия всех заинтересованных сторон [4].

Например, Самосыровская свалка действовала с 60-х годов 20 века. Официально ее закрыли в 2013 году. В общей сложности, полигон под Казанью занимает участок в 32 га, на котором захоронено свыше 45 млн тонн отходов. До начала рекультивации высота свалки достигала 45 м. Во время действия полигона на нем регулярно возникали возгорания, которые приходилось тушить в течение нескольких дней. Пожары и запах приносили немало неудобств горожанам.

Сначала склоны навалов сделали более пологими, уменьшив высоту горы мусора до 30 метров. «Срезанные» отходы расположили у основания свалки на территории площадью 7 гектаров. Плётку засыпают чернозёмом и высаживают растения.

Далее мусор покрывали специальной плёнкой, которая предотвращает попадание влаги на мусор, а значит и замедляет его дальнейшее гниение. Далее на объекте планируют установить устройства дегазации для выработки электроэнергии. Предполагается, что за 20–25 лет на территории полигона будет выработано 1,5 мегаватт электроэнергии [5].

Выводы

Рекультивация свалок твердых бытовых отходов является неотъемлемой частью устойчивого развития общества, что позволяет решить проблему

загрязнения окружающей среды и эффективно использовать ресурсы, содержащиеся в отходах. Для успешной реализации этой задачи необходимо сотрудничество всех заинтересованных сторон и принятие соответствующих мер со стороны государства, бизнеса и общественности.

Список использованной литературы

1. Рекультивация нарушенных земель: учебное пособие: в 2-х ч. Ч. 1 / А.В. Васильченко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 230 с.
2. Барабанщиков Д.А. Утилизация промышленных отходов / Д.А. Барабанщиков, А.Ф. Сердюкова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 25 (159). – С. 101–104.
3. Куприенко П.С., Ашихмина Т.В., Овчинникова Т.В., Пинчук М.И. Рекультивация закрытых полигонов ТБО // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 445–447.
4. Рекультивация территорий закрытых полигонов ТБО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=820369#text> (дата обращения: 18.03.2024).
5. Новицкий М.Л., Азиатцева М.В. Современные тенденции, состояние и особенности рекультивации полигонов твердых бытовых отходов // Biologija rastenij i sadovodstvo: teorija, innovacii. – 2022. – № 3 (164). – С. 29–42.

УДК 661.728

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОГО ПРИРОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ – НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ БАМБУКА

Хо Хак Нгок, аспирант,

*Рахматуллина Алевтина Петровна, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический
университет», г. Казань, email: rah-al@yandex.ru*

Аннотация. *Получение наполнителей из природного сырья является актуальной задачей химической технологии. Наноцеллюлозу из бамбука получали методом кислотного гидролиза с добавлением пероксида водорода.*

Количество H_2SO_4 и H_2O_2 составило (в % масс.) 0,75 и 3,0, соответственно, от массы отбеленной целлюлозы, время гидролиза 3 ч, температура гидролиза 150°C. Характеристики наноцеллюлозы изучены методом сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: *целлюлоза, кислотный гидролиз, пероксид водорода, наноцеллюлоза, природный наполнитель.*

OBTAINING ECOLOGICAL NATURAL FILLER – NANOCELLULOSE FROM BAMBOO

Ho Kh. N., Rakhmatullina A.P.

Kazan National Research Technological University, Kazan

Annotation. *Obtaining fillers from natural raw materials is an urgent task of chemical technology. Nanocellulose from bamboo was obtained by acid hydrolysis with the addition of hydrogen peroxide. The amount of H_2SO_4 and H_2O_2 was (in wt.%) 0.75 and 3.0, respectively, by weight of bleached cellulose, hydrolysis time 3 hours, hydrolysis temperature 150°C. The characteristics of nanocellulose were studied by scanning electron microscopy.*

Keywords: *cellulose, acid hydrolysis, hydrogen peroxide, nanocellulose, natural filler.*

Введение

Разработано несколько методов получения наноцеллюлозы из целлюлозных материалов. В зависимости от методов изготовления получают наноцеллюлозу разных типов и с разными свойствами. В последние годы исследователи начали использовать бамбук в качестве сырья для получения наноцеллюлозы [1]. Бамбук имеет короткий цикл роста и высокую скорость роста, поэтому он является одним из наиболее привлекательным и потенциально целесообразным материалом биомассы для производства

наноцеллюлозы. Известно [2–4], что наноцеллюлоза предлагается в качестве армирующего наполнителя в широком круге полимерных матриц.

Сульфатную варку бамбука, отбеливание полученной целлюлозы и кислотный гидролиз проводили по известным методикам, но с некоторыми изменениями. Делигнификацию бамбука проводили растворами гидроксида и сульфида натрия в оптимальных условиях: $T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 2\text{ ч}$ и определяли выход целлюлозы. Установлено, что зависимость выхода целлюлозы от количества гидроксида натрия и соответственно сульфида натрия имеет экстремальный характер с максимумом в области количества $\text{NaOH} = 22,5\%$. При дальнейшем увеличении количества щелочи выход целлюлозы снижается, что объясняется частичной деструкцией или растворением целлюлозы. Таким образом, оптимальное количество NaOH составляет 22,5%.

На стадии кислотного гидролиза (количество H_2SO_4 0,75% от массы отбеленной целлюлозы) проведены исследования по влиянию количества H_2O_2 , температуры и времени процесса для установления оптимальных условий получения наноцеллюлозы. В кислой среде пероксид водорода гидролизуется с образованием катионов OH^+ , которые могут привлекать сульфат-анионы, таким образом, освобождая поверхность целлюлозных волокон и активируя макромолекулы целлюлозы к гидролизу. Причем при высокой температуре пероксид водорода, проникая внутрь целлюлозных волокон, разлагается с образованием кислорода, который может сильно отталкивать волокна друг от друга, что также способствует процессу их фибрирования.

Для определения влияния количества пероксида водорода на процесс получения наноцеллюлозы из бамбука проводили кислотный гидролиз при варьировании количества H_2O_2 в диапазоне 0–3% от массы отбеленной целлюлозы. СЭМ-изображения образцов наногелей приведены на рис. 1.

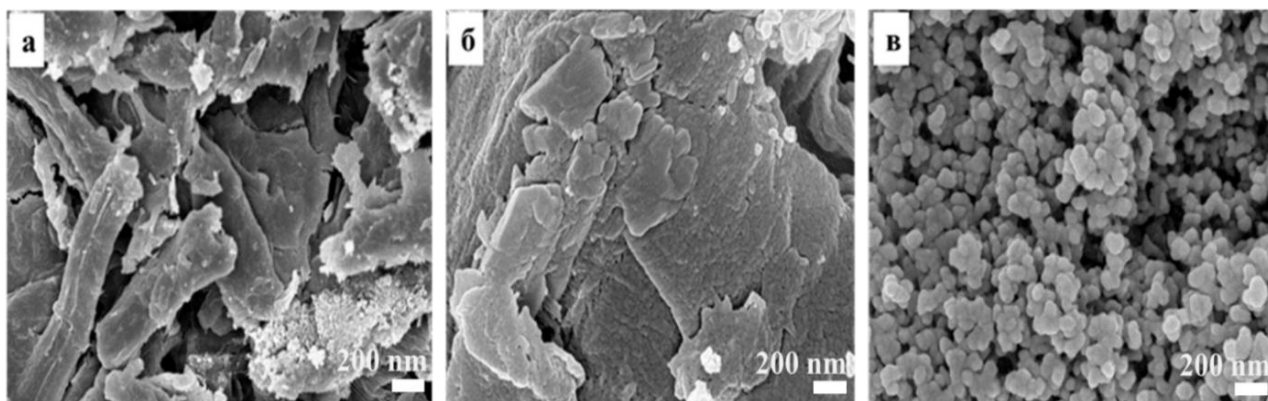


Рис. 1. СЭМ-изображение образцов, полученных при гидролизе целлюлозы ($T = 120^{\circ}\text{C}$, $\tau = 3$ ч.) с разным количеством H_2O_2 , в % от массы отбеленной целлюлозы:
а) 0; б) 1; в) 3

В образце, полученном без использования H_2O_2 (рис. 1а), появление наноразмерных частиц не наблюдается. При использовании H_2O_2 в количестве 1% (рис. 1б) начинают появляться микрочастицы, но большая часть остается негидролизованной. При использовании H_2O_2 в количестве 3% (рис. 1в) наблюдается появление большого количества частиц размером от 80 до 120 нм, между которыми имеется четкое разделение. Таким образом, с помощью приведенных выше изображений можно подтвердить, что H_2O_2 влияет на процесс получения наноцеллюлозы. Увеличение количества пероксида водорода выше 3% от массы отбеленной целлюлозы приводит к повышению давления в реакторе (автоклаве). Поэтому для дальнейших исследований оптимальное количество H_2O_2 составило 3% от массы отбеленной целлюлозы.

Так как кислотный гидролиз проводится при нагревании, то необходимо было определить оптимальную температуру, подбираемую по выходу наноцеллюлозы. На рис. 2 представлены СЭМ-изображения полученных образцов наноцеллюлозы при изменении температуры в диапазоне $120\text{--}150^{\circ}\text{C}$.

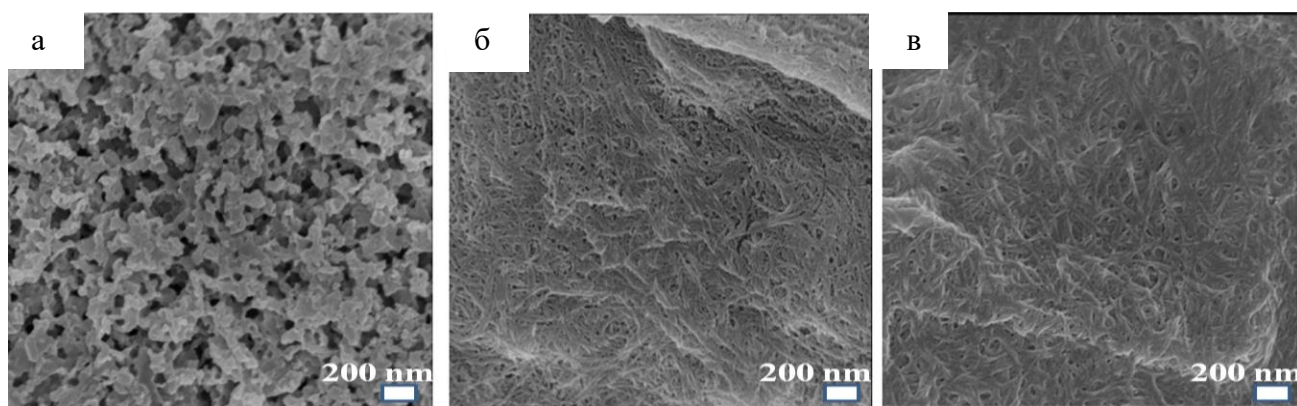


Рис. 2. СЭМ-изображение образцов, полученных при гидролизе целлюлозы
($\tau = 3$ ч, 3% H_2O_2 , 0,75% H_2SO_4 от массы отбеленной целлюлозы):
а) 120°C; б) 140°C; в) 150°C

При температуре 120°C появляются наноразмерные частицы, но связи между ними еще присутствуют, что свидетельствует о неполном гидролизе целлюлозы (рис. 2а). При температуре 140°C наряду с наноразмерными частицами имеются агломерированные области (рис. 2б). При 150°C (рис. 2в) происходит более значимое разделение частиц, которые имеют поперечный размер волокон в диапазоне 20–100 нм. Таким образом, чем выше температура кислотного гидролиза, тем легче происходит преобразование микроцеллюлозы в наноформу. Однако, выход микро- и наночастиц целлюлозы при повышении температуры снижается (рис. 3), и при $T = 170^\circ\text{C}$ выход составляет всего 23,3%. Возможно, это связано с более глубокой степенью гидролиза целлюлозы с получением глюкозы [5].

Влияние времени кислотного гидролиза на морфологию наноцеллюлозы из бамбука представлено на рис. 4. Видно, что при гидролизе в течение 1 ч появление наночастиц не ярко выражено, но волокно начало гидролизоваться (рис. 4а). Однако частицы по-прежнему связаны друг с другом, что свидетельствует о неполном гидролизе целлюлозы. При времени гидролиза 2 ч (рис. 4б) появляются наноразмерные частицы, но еще имеются агломерированные области. При 3 ч (рис. 4в) происходит более тщательное

разделение частиц, которые имеют поперечный размер волокон в диапазоне 20–100 нм.

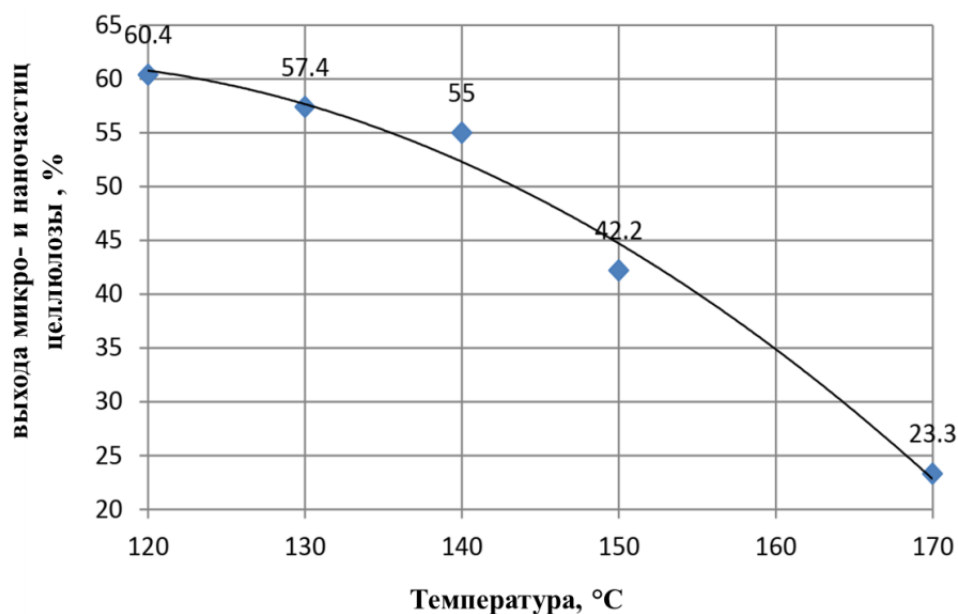


Рис. 3. Зависимость выхода микро- и наночастиц целлюлозы от температуры кислотного гидролиза

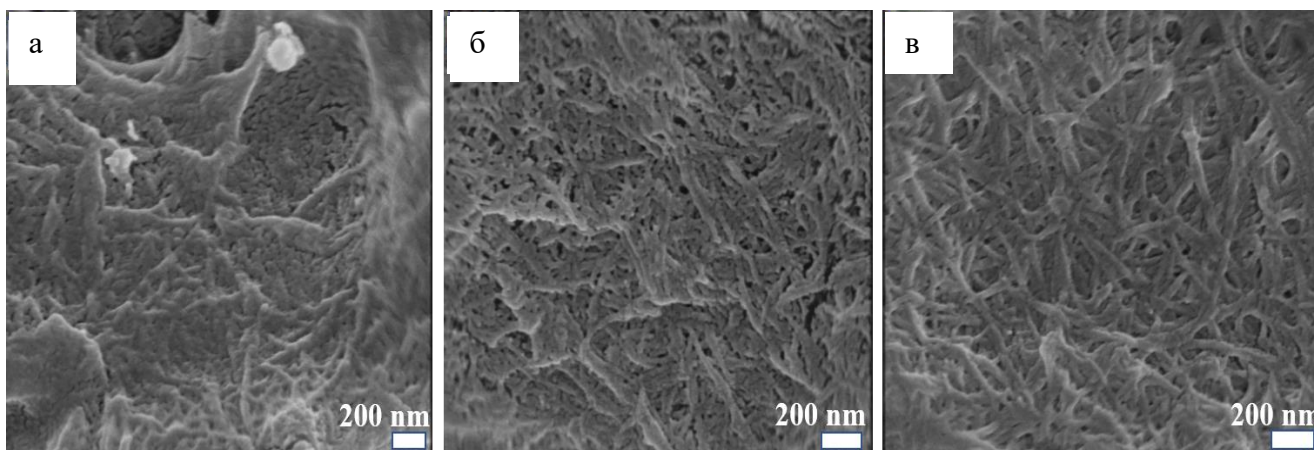


Рис. 4. СЭМ-изображение образцов наногелей, полученных при гидролизе целлюлозы:
а) 1 ч; б) 2 ч; в) 3 ч

Согласно публикации Н. Хие [6] при кислотном гидролизе целлюлозы в определенных условиях происходит чрезмерное разрушение не только

аморфной области, но и кристаллической части материала, что приводит к полному гидролизу целлюлозы и снижению выхода наноцеллюлозы. Таким образом, оптимальное время реакции гидролиза целлюлозы из бамбука составляет 3 ч.

Выводы

Определены оптимальные условия получения наноцеллюлозы из бамбуковой массы, являющейся перспективным нанонаполнителем. Впервые установлено, что использование пероксида водорода (оптимально в количестве 3% от массы отбеленной целлюлозы, полученной из бамбука) на стадии ее кислотного гидролиза (температура 150°C, время контакта 3 ч), позволяет получить волокна наноцеллюлозы с поперечным диаметром от 20 до 100 нм.

Список использованной литературы

1. Tsubota T. Cascade use of bamboo as raw material for several high value products: production of xylo-oligosaccharide and activated carbon for EDLC electrode from bamboo / T. Tsubota, K. Ishimoto, S. Kumagai, S. Kamimura, T. Ohno // *Journal of Porous Materials*. – 2018. – № 25. – P. 1541–1549.
2. Favier V. Polymer Nanocomposites Reinforced by Cellulose Whiskers / V. Favier, H. Chanzy and J.Y. Cavaille // *Macromolecules*. – 1995. – Vol. 28. – No.18. – P. 6365–6367.
3. Петров А.В. Композиционный материал на основе наноцеллюлозы / А.В. Петров, Н.В. Аверьянова, М.Р. Гибадуллин, А.Д. Мутыгуллина // *Вестник технологического университета*. – 2019. – Т. 22. – № 5. – С. 72–75.
4. Хо Х.Н. Эластомерные водонефтенабухающие композиции, наполненные натрий-карбоксиметилцеллюлозой и наноцеллюлозой: дис. ... канд. техн. наук / Х.Н. Хо. – Казань, 2024. – 148 с.
5. Барбаш В.А. Влияние условий гидролиза органосольвентной целлюлозы из волокон кенафа на физико-химические свойства получаемой наноцеллюлозы / В.А. Барбаш, О.В. Яценко, В.А. Опольский // *Теоретическая и экспериментальная химия*. – 2018. – Т. 54. – № 3. – С. 175–180.

6. Xie H. Recent strategies in preparation of cellulose nanocrystals and cellulose nanofibrils derived from raw cellulose materials / H. Xie, H. Du, X. Yang, C. Si // International Journal of Polymer Science. – 2018. – Vol. 5. – P. 1–25.

УДК 667.6

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Строганов Виктор Федорович, д-р хим. наук, профессор,

Массарова Гузель Илдаровна, студент,

Строганов Иван Александрович, студент

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г.Казань, e-mail: g.massarova2002@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены свойства и основные факторы экологической опасности лакокрасочных материалов. Выполнен анализ достоинств и недостатков пленочных лакокрасочных покрытий. Предложены пути их применения и утилизации, которые повышают безопасность их применения для окружающей среды и здоровья потребителей.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, защита металлов, антикоррозионные свойства, отходы, переработка и утилизация.

RECYCLING OF WASTE PAINT AND VARNISH MATERIALS

Stroganov V.F., Massarova G.I., Stroganov I.A.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. The article considers the properties and main factors of environmental safety of paint and varnish materials. The advantages and disadvantages of film coatings are analyzed, and ways of their application and

disposal are proposed, which increase their safety for the environment and the health of consumers.

Keywords: *paint and varnish materials, metal protection, anti-corrosion properties, waste, recycling and disposal.*

Введение

Известен широкий спектр лакокрасочных изделий разнообразного назначения, в том числе при защите строительных конструкций и изделий от внешнего воздействия, что является достаточно актуальной проблемой для строительной отрасли [1]. Известно, что лакокрасочные материалы создают барьер между поверхностью и внешней средой, предотвращая непосредственный контакт металлов, древесины и других материалов с агрессивными веществами, влагой, ультрафиолетовым излучением и механическими повреждениями, благодаря чему увеличивается срок эксплуатации зданий, сооружений, конструкций и различных изделий [2]. Их широкий ассортимент обусловил проблему утилизации отходов, образующихся при их получении и старения в процессе эксплуатации. Кроме того, высокий темп роста объемов ЛКМ способствовал резкому увеличению количества отходов, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду и здоровье людей. Таким образом, целью статьи является анализ возможных путей их утилизации и переработки отходов ЛКМ, снижающих уровень негативного воздействия на экосистему, а также необходимости разработки новых технологичных экологически безопасных альтернативных материалов [3].

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) – это комплексные смеси, которые наносят на защищаемые поверхности в жидком, пастообразном или порошкообразном состоянии. После высыхания и отвердевания они образуют покрытие, которое имеет прочное сцепление (адгезию) с основанием (субстратом) [1–3]. Основная цель этих материалов заключается в защите

деревянных конструкций от гниения, и металлических – от коррозии путем нанесения защитных покрытий, которые за счет физико-химических свойств обеспечивают их стойкость покрытий [4].

Рабочая вязкость материала имеет первостепенное значение на качество нанесения покрытия. Материалы, у которых рабочая вязкость превышает установленную норму – не технологичны, их трудно наносить на поверхность ровным и тонким слоем.

Укрывистость – это способность красок равномерно наноситься, перекрывать цвет поверхности. Чем выше укрывистость, тем меньше расход красок.

Устойчивость и прочность лакокрасочных покрытий находится в прямой зависимости от жесткости, гибкости, твердости пленки, устойчивости к удару, отслаивания, абразивостойкости и др.

Водостойкость лакокрасочных покрытий определяется возможностью покрытия оказывать сопротивление изменению своих основных характеристик и свойств, внешнего вида, при воздействии воды.

Адгезия или прилипаемость покрытий является одним из основных свойств, которое определяет долговечность полимерных покрытий [5].

Известно, что отходы лаков и красок по опасности относятся к 3-му классу токсичности, поскольку основными факторами негативного влияния ЛКМ на окружающую среду и здоровье человека является наличие и количество летучих органических соединений, тяжелых металлов и их соединений, входящих в состав пигментов, сиккативов, растворителей и других составляющих ЛКМ [2; 6]. К опасным веществам относятся: изоцианаты, фталевый и малеиновый ангидриды, формальдегид, жирные кислоты, свинец и другие соединения, применяемые в композициях ЛКМ.

Эти вещества через легкие и кожу попадают в кровь, оказывая негативное действие на центральную нервную систему, накапливаются в организме человека, вызывая аллергии, онкологические и другие заболевания. Также эти соединения способствуют разрушению озонового слоя [6].

Негативное влияние лакокрасочных отходов на человека и на окружающую среду обязывает разрабатывать эффективные способы их переработки и утилизации.

Перспективными материалами с экологической, технологической и экономической точек зрения являются применение водоразбавляемых материалов, в том числе водно-дисперсионные ЛКМ. Основное их преимущество – использование водных растворов вместо дорогих горючих токсичных и безвозвратно теряемых органических растворителей. Отсутствие в составе водных материалов органических растворителей значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу, уменьшает пожароопасность, токсичность и создает более благоприятные условия труда при выполнении окрасочных работ. Водно-дисперсионные материалы находят широкое применение в антикоррозионной защите металлов. К основным недостаткам, сдерживающим их применение, следует отнести низкую морозостойкость и большую склонность к повреждению микроорганизмами и биологическому разрушению [7].

Вторым более экологичным лакокрасочным материалом является порошкообразные краски. Эти материалы снижают количество образующихся отходов и воздействие на атмосферу, так как порошковая краска не содержит растворителей, и у них более низкая пожароопасность.

Проблема отходов термопластичных полимеров решается созданием системы утилизации, т.е. использованием отходов при их вторичной переработке. Наиболее эффективным и перспективным способом переработки лакокрасочных отходов служит их механическое измельчение в порошок. С изменением порошков, растворителей и сыпучих наполнителей можно приготовить различные строительные смеси – антикоррозионные мастики, теплоизоляционные и асфальтовые смеси [3].

Выводы

Таким образом, лакокрасочные материалы наряду с положительными, имеют и негативные стороны. Это обстоятельство обуславливает

необходимость совершенствования технологий по производству лакокрасочных материалов, направленные на улучшение барьерных свойств покрытий, снижение загрязнения окружающей среды, за счет утилизации полимерных отходов, применения водно-дисперсионных и порошковых красок. Реализация отмеченных мероприятий позволит повысить экологическую и экономическую эффективность применения ЛКМ.

Список использованной литературы

1. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Полимерные композиционные материалы: получение, структура, свойства: учебное пособие. Ч. 1 /В.Ф. Строганов, М.О. Амельченко. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2022. – 87 с.
2. Шестопалова Л.П. Материаловедение: лакокрасочные материалы и покрытия транспортных средств на их основе: учебно-методическое пособие / Л.П. Шестопалова. – М.: МАДИ, 2019. – 5 с.
3. Строганов В.Ф., Безчервтная И.В., Амельченко М.О. Исследование и разработка защитных и гидроизоляционных водно-дисперсионных полимерных покрытий// Известия КГАСУ. – 2012. – № 2(20). – С. 200–206.
4. Яковлев А.Д. Лакокрасочные покрытия функционального назначения / А.Д. Яковлев, С.А. Яковлев. – СПб.: Химиздат, 2020. – 271 с.
5. Заболотских В.В., Васильев А.В., Батова К.Э. Анализ проблемы образования отходов лакокрасочных материалов в Самарской области и перспективы их переработки// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 17. – № 4. – С. 273–276.
6. Строганов В.Ф., Каримуллина Д.И., Табаева Р.К., Амельченко М.О. Модификация стирол-акриловых композиций каолином, активированным в аппарате вихревого слоя/ Сборник материалов 3 Всероссийской научно-практической конференции – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 185–188.
7. Домниченко Р.Г. Проблемы безопасности лакокрасочных материалов // Форум молодых ученых. – 2022. – 3(19)/1. – С. 57–59.
8. Хакимов Р.М. Проблема утилизации отходов лакокрасочных материалов / Р.М. Хакимов, Р. Азизов, Т. Валитов // Вестник ТАДИ Ташкент. – 2019. – № 1. – С. 103–106.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АДГЕЗИВОВ ПРИ ИХ ПОЛУЧЕНИИ И ПРИМЕНЕНИИ

Строганов Виктор Федорович, доктор хим. наук, профессор,

Кабирова Алина Рамилевна, студент,

Шакирзянов Ильмир Фаязович, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: ilmirvizort@gmail.com*

Аннотация. *Выполнен краткий анализ проблем влияния адгезивов на окружающую среду при их получении и применении. Рассмотрены способы минимизации этого воздействия.*

Ключевые слова: *адгезив, окружающая среда, негативное воздействие, токсичность, эпоксидный клей, фенолформальдегидные смолы.*

ENVIRONMENTAL IMPACT OF ADHESIVES DURING THEIR PRODUCTION AND APPLICATION

Stroganov V.F., Kabirova A.R., Shakirzyanov I.F.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *A brief analysis of the problems of the influence of adhesives on the environment during their preparation and application is presented. The ways of minimizing this impact are considered.*

Keywords: *adhesive, environment, negative impact, toxicity, epoxy adhesive, phenol-formaldehyde resins.*

Введение

На протяжении многих лет клеи использовались только при изготовлении фанерованной мебели, музыкальных инструментов. Сейчас же спектр

изготовления адгезивов и область их применения значительно расширились. Трудно назвать сферу человеческой деятельности, где бы не приходилось сталкиваться с адгезией в том или ином виде, начиная от соединения трубопроводов [1] до производства сложнейших космических аппаратов [2].

Клеевое соединение является альтернативой более традиционным методам механического соединения материалов, например, с использованием гвоздей, заклепок, винтов и др. Элементы изделия, изготовленные с применением клеев на полимерной основе, обладают меньшей массой по сравнению с узлами, в конструкциях которых использованы неорганические клеи или механические крепежные элементы.

Интенсивному росту в использовании адгезивов способствовало получение синтетических полимерных материалов с более высокими эксплуатационными характеристиками.

Узел изделия, изготовленный с использованием клея, называют клеевым соединением (adhesive joint или adhesive bond). Твердые материалы в клеевом соединении, соединяемые с помощью клея, называют субстратом (adherends). Явление, которое позволяет клеевому слою передавать нагрузку от субстрата клеевому соединению, называют адгезией (adhesion) [3–4].

Любой клей имеет сложный состав из органических и неорганических компонентов, каждый из которых обладает определенным комплексом положительных свойств. Одно из них, к сожалению, негативное – возможность выделять летучие токсичные химические соединения, что наносит вред окружающей среде и здоровью человека.

В зависимости от основы, клеящие средства делят на следующие категории:

- органические – на основе природных органических компонентов, например, казеин, натуральный каучук, альбумин. Такие составы обеспечивают достаточную прочность склеивания, но не обладают устойчивостью к воздействию влаги, поэтому клеевые композиции дополняются синтетическими добавками;

– неорганические/силикатные – производят с применением минеральных материалов. Они не выделяют токсичных веществ, но не обладают комплексом необходимых эксплуатационных характеристик;

– синтетические – составы с кремнием, бором, фосфором или другими металлами, соединенными с углеродами. Такое сочетание гарантирует достаточно высокопрочную адгезивную прочность склеиваемых материалов, но применение клеев этого типа, как правило, невозможно без применения растворителей, выделяющих в процессе применения токсичные пары, вредные для здоровья и окружающей среды.

Наиболее токсичными из всех видов клеев, являются продукты на синтетической основе. Среди них следует отметить эпоксидные клеи, содержащие летучие: эпихлоргидрин и толуол, которые вредны для организма человека и окружающей среды.

Отвердители эпоксидных смол: алифатические амины, ангидриды карбоновых кислот также являются токсичными веществами. Несоблюдение правил техники безопасности при работе с ними может повлечь за собой изменение состава крови работающих, снижение кровяного давления, угнетение центральной нервной системы, нарушение дыхания и др.

Токсичность фенолформальдегидных смол обусловлена наличием в них в свободном состоянии фенола и формальдегида, а также органических растворителей (ацетона, дихлорэтана и др.), катализаторов (щелочи, кислоты) и других вредных компонентов.

Значительно менее токсичными являются модифицированные фенолоформальдегидные клеи, например, фенолополивинилацетальные и фенолокаучуковые. Предельно допустимая концентрация паров формальдегида в воздухе рабочей зоны производственных помещений – $0,05 \text{ мг/м}^3$ по гигиеническим нормативам [5], в атмосферном воздухе населенных мест – $0,05/0,01 \text{ мг/м}^3$ по гигиеническим нормативам [6].

К наиболее безопасным относят клеи на органической основе – карбоксиметилцеллюлозе. Эти адгезивы экологичны, не токсичны и не выделяют вредных летучих соединений при нагревании.

Явление адгезии широко распространено в разнообразных процессах: при склеивании материалов, получении и применении лакокрасочных покрытий, производстве слоистых пластиков; при использовании различных неорганических вяжущих веществ в строительстве, производстве армоцемента, железобетона, бетона; при соединении металлов между собой и с другими материалами с помощью припоев, при сварке металлов и нанесении электролитических покрытий. Например, авиакосмическая промышленность использует эпоксидные клеевые соединения, для обеспечения высокого уровня прочностных эксплуатационных характеристик в разнообразных конструкциях ракет и самолетов. На рис. 1 представлено схематическое изображение пассажирского самолета Фоккер F-100 (Fokker F-100), на котором показаны узлы, изготовленные с применением клеевых соединений. Видно, что многие детали корпуса летательного аппарата, двигателя и конструкции крыла изготовлены частично, с помощью клеевых соединений [7].



Рис. 1. Схема элементов самолета Фоккер F-100 (Fokker F-100), в которых использованы клеевые соединения

Крупномасштабное применение эпоксидных адгезивов (компаундов, герметиков) обуславливает образование огромных количеств химических отходов, образующихся как при получении смол (заполимеризованные продукты при конденсации эпихлоргидрина с бисфенолом А – «борода»), так и при изготовлении изделий конструкций (отходы композиционных материалов (куски, крошка и пр.)). Это обуславливает актуальную необходимость изменений условий синтеза, или утилизацию полимерных отходов. Среди методов по изменению условий синтеза следует отметить применение вододисперсных и водорастворимых систем [7–8].

Помещения цехов и лабораторий, в которых приготавливаются клеи или проводится их исследование, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей содержание вредных примесей (веществ), не превышающих следующих предельно допустимых концентраций (ПДК) в производственных помещениях, мг/м³: фенол – 0,3; формальдегид – 0,5; дибутилфталат – 0,5; эпихлоргидрин – 1,0; аммиак – 20,0; ацетон – 200,0; бензин – 100,0; винилацетат – 1,0 [9].

Выводы

Адгезивы оказывают негативное воздействие на окружающую среду при их получении и применении. Для снижения этого воздействия адгезивов на окружающую среду, производители и потребители должны соблюдать следующие меры:

- использовать экологически чистые исходные компоненты для получения адгезивов, не содержащих токсичные вещества;
- минимизировать отходы при производстве и использовании адгезивов;
- обеспечить правильное хранение и утилизацию отработанных адгезивов для предотвращения загрязнения окружающей среды;
- обеспечить обучение работающих правилам безопасности при получении, применении адгезивов и соблюдение мер по защите окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Строганов В.Ф., Страхов Д.Е., Строганов И.В., Алексеев К.П. Технология соединения трубопроводов // Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. – № – 4. – С. 18–20.
2. Строганов В.Ф., Алексеев К.П., Строганов И.В., Страхов Д.Е. Муфтоклеевые соединения трубопроводов. Известия высших учебн. заведений // Строительство. – 2002. – № 6. – С. 135–139.
3. Строганов В.Ф., Амельченко М.О. Полимерные композиционные материалы: получение, структура, свойства: учебное пособие. Ч.1. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2022. – 87 с.
4. Бурдикова Т.В. Адгезионная прочность композиционных материалов: учебное пособие / Т.В. Бурдикова, А.М. Коробков, Е.Г. Белов. – Казань: Казанский научно-исслед. технол. ун-т, 2018. – 148 с.
5. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
6. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
7. Поциус А.В. Клеи, адгезия, технология склеивания [Текст] / пер. с англ.; под ред. Г.В. Комарова. – СПб.: Профессия, 2007. – 376 с.: ил.
8. Синтетические водорастворимые полимеры и важнейшие отрасли их применения // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Сейтназарова О.М. [и др.]. – 2023. – 9(114).
9. Вернигорова В.Н. Синтетические клеи и технология клеевых соединений: методические указания к проведению лабораторных работ по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий». – Пенза: ПГУАС, 2016. – 20 с.

УДК 664

**СИСТЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ
МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ СБОРА ЖИРОВ И ЧАСТИЦ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ
ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ**

Бускина Дарья Андреевна, студент,

Шавалеева Светлана Минневагизовна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет – Казанский авиационный институт им. А.Н.Туполева»,*

г. Казань, e-mail: shsm@mail.ru

***Аннотация.** Предложена технологическая система флотационно-ультрафильтрационной очистки сточных вод предприятия молочной промышленности, позволяющая осуществление сбора жиров и частиц молочной сыворотки для использования в качестве сырья при производстве иной молочной продукции.*

***Ключевые слова:** очистка сточных вод, ультрафильтрация, напорный флотатор, молочная сыворотка, система очистки.*

**THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF THE DAIRY
INDUSTRY USING THE TECHNOLOGY OF COLLECTING FATS AND
WHEY PARTICLES FOR FURTHER PROCESSING**

Buskina D.A., Shavaleeva S.M.

*Kazan National Research Technical University – Kazan Aviation Institute
named after A.N. Tupolev, Kazan*

***Annotation.** The paper proposes a technological system for flotation-ultrafiltration wastewater treatment of a dairy industry enterprise, which allows the*

collection of fats and whey particles for use as raw materials in the production of other dairy products.

Keywords: *wastewater treatment, ultrafiltration, pressure flotation device, whey, purification system.*

Введение

Одним из источников поступления загрязняющих веществ в окружающую среду являются предприятия молочной промышленности, которые образуют сточные воды, содержащие взвешенные частицы неорганического и органического происхождения в количествах, превышающих нормативные значения. Негативное воздействие на водоемы и системы городского водоотведения таких сточных вод требуют комплексной очистки. В случае органических загрязнений целесообразно осуществлять их сбор отдельно и использовать в качестве сырья для производства иной молочной продукции. Наибольшее количество взвешенных частиц в сточных водах образуется в процессе производства творога и сыров [1].

Как правило, для очистки сточных вод применяют физико-химические методы очистки: механическую очистку, усреднение стоков, напорную реагентную флотацию и другие. При необходимости используют методы доочистки в аэротенках или биофильтрах для удаления растворенных органических веществ. При очистке необходимо учитывать нестабильность состава сточных вод, их быстрое закисание, а также отклонение показателя pH.

Флотация и коагуляция являются наиболее распространенными методами очистки сточных вод от взвешенных частиц. Для молокоперерабатывающих предприятий предпочтительно использование флотационного метода очистки, поскольку классические коагулянты будут являться источником вторичного загрязнения очищаемой воды ионами железа и алюминия. Такие очищенные воды необходимо доочищать, также окажется невозможным использование частиц молочной сыворотки и жиров для производства молочной продукции [2]. Для выделения гидрофобных

загрязняющих веществ, таких как жиры и частицы молочной сыворотки, наиболее эффективен флотационный метод очистки.

На основании проведенного анализа отечественной и зарубежной литературы для очистки сточных вод предприятий молочной промышленности предложено (рис. 1) использование флотационной очистки с применением диспергатора, обеспечивающего более мелкий размер пузырьков и их равномерное распределение в очищаемых водах [3]. Данная технология позволяет повысить эффективность очистки на 16% и более без применения флотореагентов. Для доочистки предлагается применить метод ультрафильтрационного выделения молочной сыворотки [4].

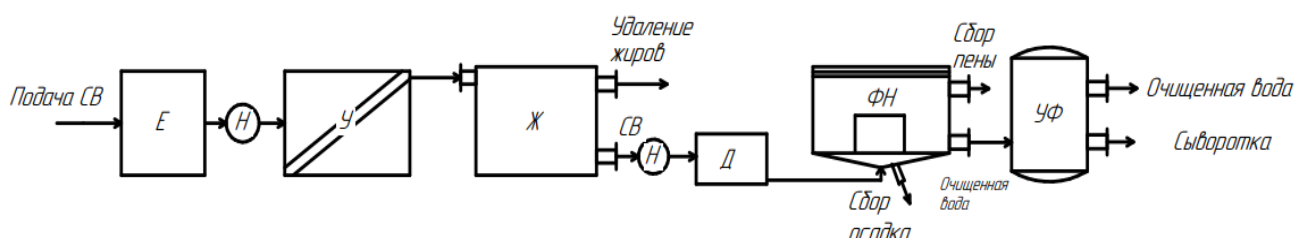


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод предприятий молочной промышленности: Е – накопительная емкость; Н – насос; У – усреднитель; Ж – жироловушка; Д – диспергатор; ФН – флотатор напорный радиальный; УФ – ультрафильтрационный модуль

Сточные воды, образующиеся в процессе производства, поступают в накопительную емкость (Е), далее с помощью насоса попадают в усреднитель (У) для выравнивания концентрации загрязняющих веществ и поступают в жироловушку (Ж). После отстаивания слой жира удаляется и в последующем используется для производства иных видов продукции. С помощью насоса (Н) сточная вода попадает во встроенный в трубопровод диспергатор, в котором происходит образование более мелких пузырьков и их однородное распределение. Далее в радиальном напорном флотаторе (НФ) белковые частицы молочной сыворотки удаляются ультрафильтрацией (УФ). Эти частицы также могут быть использованы для получения иной продукции. Очищенная

вода возвращается в систему оборотного водоснабжения, при этом, не соприкасаясь с молочной продукцией.

Непосредственно флотатор [5] (рис. 2) представляет собой установленный вертикально на стойках (14) цилиндрический реактор (17), с флотационной камерой (16) внутри корпуса, приемным бункером для сбора всплывшего пенного слоя (11), патрубками подвода сточной воды (8) и отвода очищенной воды (5), трубопроводами и патрубками для отвода шлама (9) и пены (6).

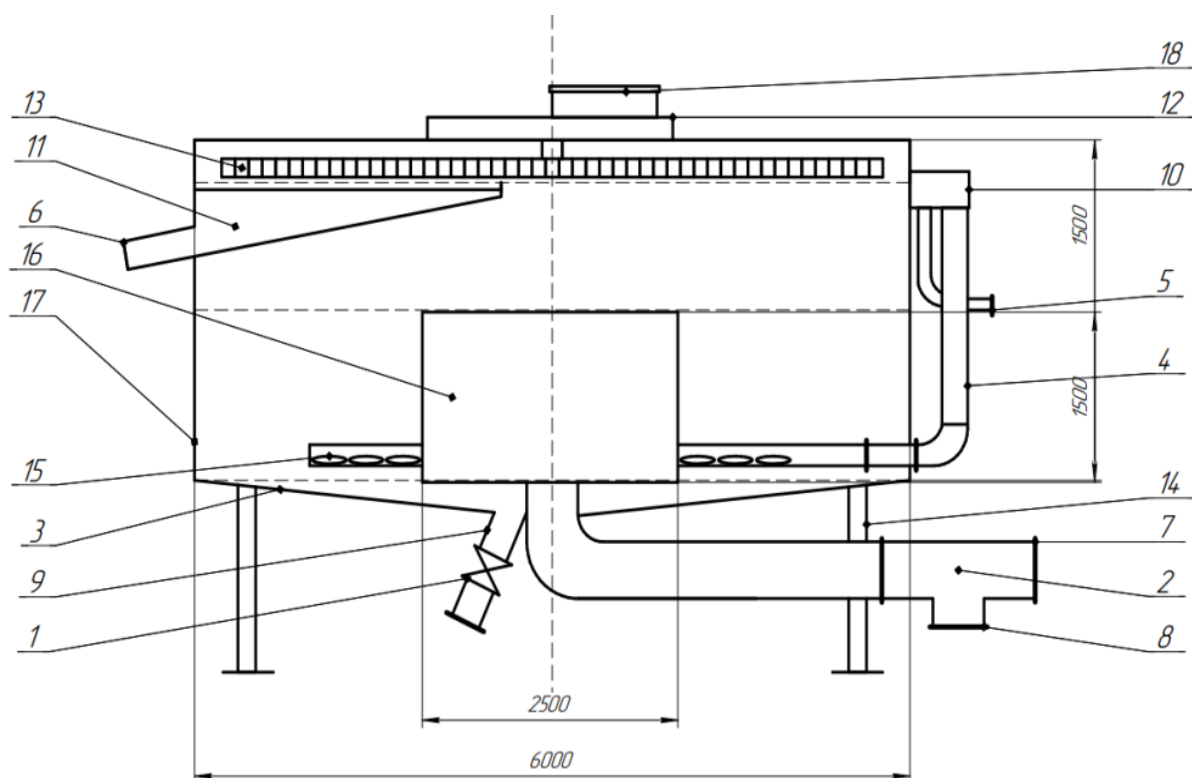


Рис. 2. Устройство напорного радиального флотатора: 1 – вентиль; 2 – камера смешения; 3 – нижняя часть корпуса; 4 – отводящий трубопровод; 5 – патрубок для отвода очищенной воды; 6 – патрубок для отвода пены; 7 – патрубок для подвода насыщенной воздухом воды; 8 – патрубок для подвода сточной воды; 9 – патрубок отвода шлама; 10 – подвижная муфта; 11 – приемный бункер для сбора пены; 12 – редуктор; 13 – скребковый механизм; 14 – стойки; 15 – трубный сливной коллектор; 16 – флотационная камера; 17 – цилиндрический корпус; 18 – электропривод

Для сбора тяжелого шлама и взвешенных частиц нижняя часть корпуса (3) имеет коническую форму, снабжена кольцевым трубным сливным коллектором (15) с отверстиями снизу и связана с вертикальным отводящим трубопроводом (4). Камера смещения (2) связана с патрубком подвода сточной воды (8), радиальным скребковым механизмом (13), ось которого связана через редуктор (12) с электроприводом (18), при этом на вертикальном отводящем трубопроводе (4) расположена подвижная муфта (10), связанная с патрубком отвода очищенной воды (5) для обеспечения возможности перемещения данной муфты по вертикали. Насыщенная вода дросселируется на входе в камеру флотации (16), происходит выделение пузырьков воздуха и при совместном движении пузырьков воздуха происходит их взаимодействие.

После закрепления частиц на пузырьках воздуха стоки поступают во внутреннюю полость корпуса (17), происходит образование пенного слоя, тяжелые примеси (шлам) выпадают в осадок в нижнюю часть корпуса (3) и подлежат удалению. Очищенная вода удаляется через сливной коллектор (15), вертикальный трубопровод (4) и патрубок (5). Отверстия в коллекторе (15) выполнены снизу, поэтому частицы тяжелого шлама и пены не попадают в него. Уровень воды во флотаторе регулируется с помощью подвижной муфты (10), которая установлена в трубопроводе (4). Выпавший в нижнюю часть корпуса (3) осадок удаляется гидростатическим давлением воды через патрубок (9) при открытии вентиля (1). Слой пены с частицами загрязнений, всплывший на поверхность, удаляется с помощью скребкового механизма (9). Скребковый механизм приводится в действие приводом (15) через редуктор (14), в приемный бункер 10 и далее через патрубок (18) в накопитель шлама, не указанный на схеме.

Толщина удаляемого слоя задается при пусконаладочных работах. Необходимо удалять пенную массу с минимальным обводнением, т.е. несколько осушенную. Наиболее обводненные слои пены находятся внизу, а менее обводненные – наверху. Рекомендуется высоту пенного слоя поддерживать не менее 50–100 мм [5].

Выводы

Таким образом, предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод предприятия молочной промышленности с одновременным применением флотационной и ультрафильтрационной очистки способствует выделению жиров и частиц молочной сыворотки, являющихся ценными компонентами. Данная система очистки позволяет осуществлять сбор данных примесей и применять их в качестве сырья для производства молочной продукции. Для усовершенствования метода напорной флотации предложена технология флотационной очистки с использованием диспергатора, что позволяет повысить эффективность очистки без применения флотореагентов. Для очистки сточных вод был выбран напорный радиальный флотатор, устройство которого обеспечивает упрощение конструкции, повышение надежности аппарата и эффективности очистки.

Список использованной литературы

1. Мамай Д.С. Методология решения проблемы очистки стоков молоко-перерабатывающих предприятий / Д.С. Мамай, С.П. Бабешышев, А.В. Мамай, В.А. Иванец, Д.С. Хоха // Вестник ВГУИП. – Воронеж, 2022 – Т. 84. – № 1. – С. 214–221.
2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям // Производство напитков, молока и молочной продукции. – 2018-06-01.
3. Антонова Е.С. Применение эжекционной системы аэрации при флотационной очистке сточных вод / Е.С. Антонова, В.О. Карпикова // Международный исследовательский журнал. – М., 2023. – № 2. – С. 128–135.
4. Родионов Д.А. Ультрафильтрационное концентрирование молочной сыворотки на пилотной установке трубчатого типа / Д.А. Родионов, С.И. Лазарев, К.К. Полянский, Е.В. Эккерт // Вестник ВГУИТ. – Тамбов, 2019. – Т. 81. – № 2.
5. Патент № 163702. Флотатор для очистки сточных вод / Белопольский Л.М., Герасимюк Ю.Д. – № 2016102088/05: заявл. 22.01.2016. опубл. 10.08.2016.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мальцева Анастасия Денисовна, студент,

Антонова Ильвира Илгизовна, ст. преп.,

Каримуллина Дарина Ирековна, студент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: antonova.ilvira@yandex.ru*

Аннотация. В статье актуализируется проблема использования невозобновляемых источников энергии. Обоснована значимость замены традиционных видов топлив, оказывающих негативное влияние на природную среду, альтернативными. Рассмотрены разновидности биологического топлива, позволяющих существенно снизить выбросы парниковых газов в окружающую среду и обеспечивающие утилизацию отходов ряда индустрий.

Ключевые слова: традиционное топливо, негативное воздействие, парниковый эффект, альтернативные источники энергии, биотопливо, утилизация отходов.

FEATURES AND PROSPECTS OF ALTERNATIVE ENERGY

Maltseva A.D., Antonova I.I., Karimullina D.I.

Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan

Annotation. The article updates the problem of using non-renewable energy sources. The originality of replacing traditional fuels that have a negative impact on the natural environment with alternative ones is substantiated. Options for biological fuel are considered to reduce greenhouse gas emissions into the environment and ensure the disposal of industrial waste.

Keywords: *traditional fuel, negative impact, greenhouse effect, alternative energy sources, biofuel, waste disposal.*

Введение

Проблема истощения традиционных источников энергии, таких как нефть, уголь и природный газ, весьма актуальна. Кроме того, добыча и использование этих видов топлива наносят серьезный вред окружающей среде, вызывая изменения климата и ухудшая качество воздушной среды. В этой связи, в целях ресурсосбережения и снижения негативного воздействия на экосистему, является целесообразным переход на альтернативные источники энергии.

Основной причиной перехода на альтернативные виды топлива является возможность снижения выбросов парниковых газов и уменьшения зависимости от нестабильных рынков нефти. Использование возобновляемых источников энергии поможет снизить загрязнение окружающей среды, улучшить качество воздуха и обеспечить устойчивую энергетическую систему на будущее.

Запасы нефти и других ископаемых видов топлива ограничены, поэтому переход к альтернативным видам топлива также позволит обеспечить энергетическую безопасность и уменьшить зависимость от импорта энергии. Кроме того, использование альтернативных видов топлива способствует созданию новых рабочих мест, развитию инноваций в сфере энергетики и снижению затрат на производство энергии в долгосрочной перспективе.

Альтернативное топливо – виды топлива или источники энергии, которые обеспечивают возможность замены источников ископаемого топлива в энергоснабжении транспорта и которые потенциально могут способствовать его декарбонизации и повышению экологических показателей транспортного сектора [1].

К таким источникам относятся:

1. Солнечная энергия. Солнечная энергия основана на преобразовании солнечной энергии в электрическую и тепловую энергию. Производство

электрической энергии основано на физических процессах, происходящих в полупроводниках под воздействием солнечного света, производство тепловой энергии основано на свойствах жидкостей и газов. Для выработки электроэнергии устанавливаются солнечные электростанции, основу которых составляют солнечные батареи (панели), изготовленные на основе кристаллов кремния. Основой тепловой установки являются солнечные коллекторы, в которых энергия Солнца преобразуется в тепловую энергию теплоносителя. Мощность таких установок зависит от количества и мощности каждого устройства, установленного на тепловых и солнечных станциях [2].

2. Сила ветра. Ветроэнергетика основана на преобразовании кинетической энергии ветровой массы в электрическую энергию. Основой ветроустановки является ветрогенератор, различающийся по техническим параметрам, размерам и общей конструкции: с горизонтальной и вертикальной осью вращения, разными типами и количеством лопастей, а также их расположением (береговой, морской и т.д.) [3].

3. Сила воды. Электрическая энергия основана на преобразовании кинетической энергии массы воды в электрическую энергию. К объектам этого типа относятся гидроэлектростанции различной мощности, установленные на реках и других водных объектах. В такой установке под воздействием естественного потока воды или путем создания плотины вода работает по бокам турбины, вырабатывающей электроэнергию. Гидротурбина – основа гидроэлектростанций. Еще один способ получения электрической энергии путем преобразования энергии воды – использование энергии моря путем строительства приливных станций. Работа таких установок основана на использовании кинетической энергии морской воды во время приливов и отливов со стороны моря и океана под воздействием элементов Солнечной системы [4].

4. Энергия Земли. Геотермальная энергетика основана на изменении тепла, выделяющегося с поверхности земли, как в районах выброса горячей воды (районы риска землетрясений), так и в других районах планеты. При

использовании геотермальной воды используется специальная установка, где внутреннее тепло земли преобразуется в тепло и электричество. Использование теплового насоса позволяет получать тепло с поверхности земли, где бы вы ни находились. Его действие основано на жидкостях и газах и законах термодинамики. Тепловые насосы различаются по мощности и конструкции, в зависимости от основного источника энергии, определяющего их тип, это системы: «подземные воды» и «вода-вода», «воздух-вода» и «грунт-воздух», «вода-воздух» и «воздух-воздух», «фреон-вода» и «фреон-воздух» [5].

5. Биотопливо. Биологическое топливо – это горючее растительного или животного происхождения. Предполагается, что они заменят традиционное топливо, получаемое из исчерпаемых ресурсов, на топливо, произведенное из возобновляемого сырья. Существуют различные типы биологического топлива, которые отличаются способами добычи, агрегатными состояниями (жидким, твердым, газообразным) и областями применения. Биологическое топливо производится из органических материалов, которые перерабатываются для производства электрической и тепловой энергии. Среди твердых видов биологического топлива можно выделить дрова, топливные брикеты или пеллеты; газообразные виды включают в себя биогаз и биоводород, а жидкие виды представлены биоэтанолом, биометанолом, биобутанолом, диметиловым эфиром и биодизелем [6].

К основным видам биотоплива относятся:

1. Твердое биотопливо

Самым распространенным и старейшим типом твердого биотоплива являются дрова. Тем не менее, в настоящее время они практически не используются в чистом виде и в больших объемах. Наиболее популярным видом твердого биотоплива стали пеллеты, которые производятся из древесных опилок, коры, соломы, оливковых косточек, скорлупы орехов или шелухи семечек подсолнечника. Также пеллеты производят из навоза крупного рогатого скота. Пеллеты заменяют уголь, дрова и мазут. При сгорании они не выделяют опасных веществ и практически не дымят, в отличие от угля и

мазута, что позволяет считать их более экологически чистым и эффективным видом твердого биотоплива. Важным преимуществом пеллетов является их удобство в хранении и транспортировке, так как они компактны и имеют достаточно высокую энергетическую плотность [7].

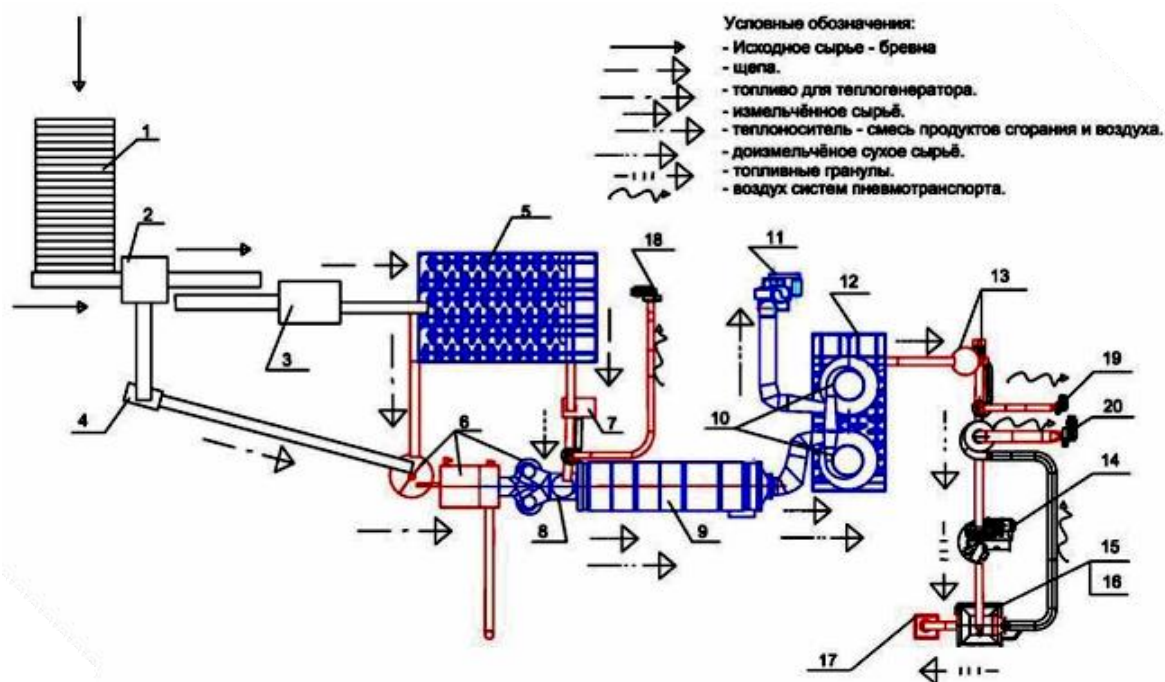


Рис. 1. Технологическая схема производства пеллетов: 1 – разбщик бревен цепной;

2 – окорочный станок; 3 – рубительная машина; 4 – корорубка; 5 – склад щепы;

6 – теплогенератор; 7 – дробилка; 8 – бункер сушильного агрегата; 9 – сушильный барабан;

10 – циклон сушильного агрегата; 11 – дымосос; 12 – склад сухого сырья; 13 – дробилка с

бункером-дозатором; 14 – пресс-гранулятор; 15 – охладитель гранул; 16 – вибросито;

17 – упаковщик гранул; 18, 19, 20 – вентиляторы систем пневмотранспорта [8]

2. Жидкое биотопливо

Биоэтанол является самым распространенным жидким биотопливом, получаемым путем ферментации крахмала или сахара.

Биодизель, в свою очередь, занимает второе место по популярности среди жидких биотоплив и производится в основном из масличных растений, таких как соя или масличная пальма, а также из других масляных продуктов в небольших количествах. Используется биодизель в дизельных двигателях, часто смешиваясь с обычным дизельным топливом в различных пропорциях.

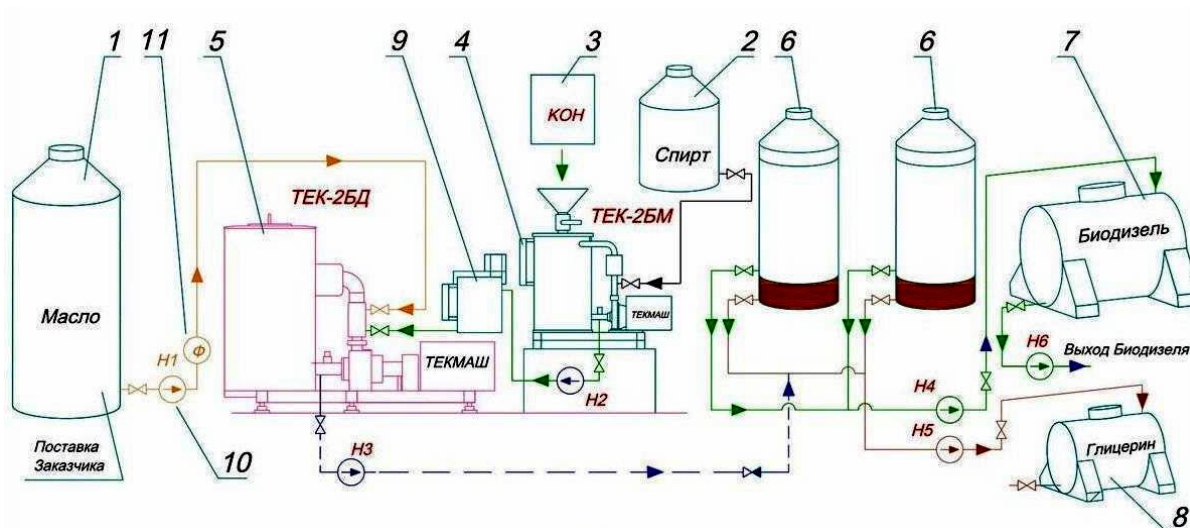


Рис. 2. Технологическая схема производства биодизеля: 1 – емкость для хранения масла; 2 – емкость для хранения спирта; 3 – емкость хранения КОН, NaOH; 4 – реактор для смешивания химических компонентов; 5 – реактор переэтерификации; 6 – емкость для отстоя; 7 – емкость для биодизеля; 8 – емкость для глицерина; 9 – дозатор смеси; 10 – насосы; 11 – фильтр для масла [9]

Биобутанол – это четырехуглеродный спирт, относящийся к биотопливу, производимый из того же сырья, что и этанол. Преимущества биобутанола перед биоэтанолом включают его несмешиваемость с водой, более высокое содержание энергии и низкое давление паров, что приводит к уменьшению летучести в процессе испарения.

Диметиловый эфир – производится из биомассы, но в промышленных масштабах сырьем по-прежнему является природный газ. Преимущество этого топлива в том, что его энергоэффективность почти равна дизельному топливу, но поскольку диметиловый эфир имеет вдвое меньшую плотность энергии, чем дизельное топливо, для него требуется топливный бак вдвое большего объема. Автомобили также нуждаются в специально разработанных системах для работы двигателей на диметиловом эфире [10].

3. Газообразное

Биоводород – аналог обычного водорода, который получают из биомассы. Термохимический способ представляет собой нагрев исходного сырья без доступа кислорода до высоких температур. При биохимическом

способе получения биоводорода в биомассу добавляют специальные микроорганизмы, которые разлагаются с выделением водорода.

Биогаз – это газ, состоящий в основном из метана и углекислого газа в различных пропорциях в зависимости от состава органического вещества, из которого он был получен. Основными источниками биогаза являются отходы животноводства и сельского хозяйства, сточные воды и органика из бытовых отходов. Биогаз образуется с помощью бактерий в процессе разложения органического материала при анаэробных (без доступа воздуха) условиях и представляет собой смесь метана и других газов [11].

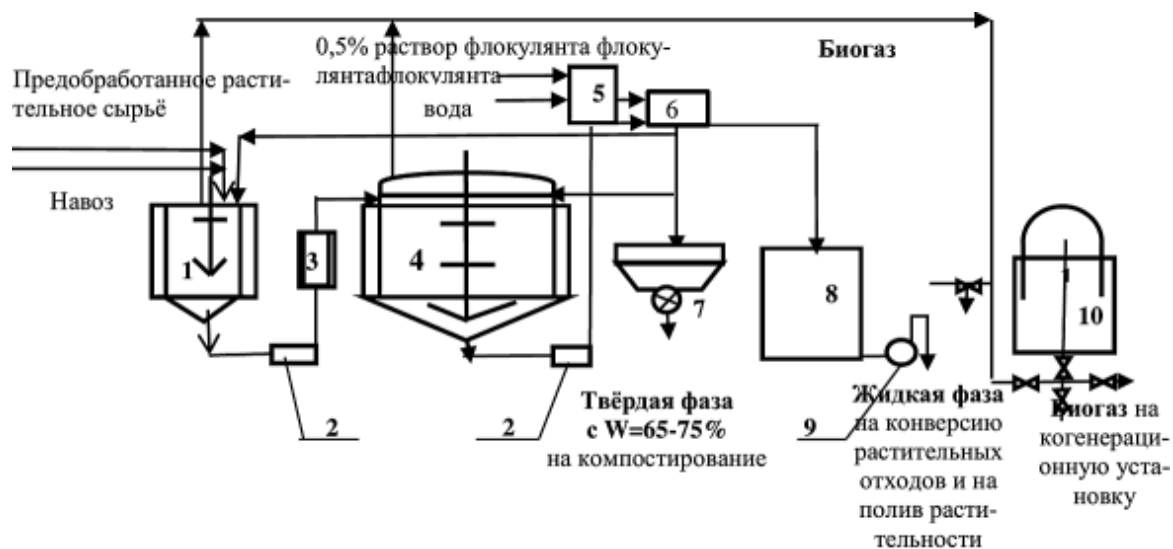


Рис. 3. Технологическая схема производства биогаза: 1 – реактор гидролиза; 2 – плунжерный насос; 3 – теплообменник; 4 – метантенк; 5 – сборник приготовления 0,1% раствора флокулянта; 6 – центрифуга; 7 – бункер для сгущённого осадка; 8 – сборник метановой бражки; 9 – насос; 10 – газгольдер [12]

К преимуществам биологического топлива можно отнести следующее.

1. Возобновляемость ресурса и утилизация отходов.

Ископаемое топливо – это иссекаемый источник энергии, который со временем закончится. В то время как биотопливо производится из растительных веществ, оно теоретически является возобновляемым. Кроме того, биотопливо может производиться из отходов деревообрабатывающей

промышленности, отходов сельскохозяйственной индустрии и отходов животноводческого комплекса.

2. Снижение негативного влияния на окружающую среду. При сжигании биотоплива количество углекислого газа снижается до 65%, что сокращает вклад отрасли в изменение климата. Кроме того, биоэтанол и биодизель содержат меньше концентраций, таких химических веществ как хлор и сера, что позволяет снизить выбросы загрязнителей в атмосферу.

3. Экономическая безопасность. Биотопливо можно производить на месте, создавая рабочие места в том же регионе, где оно будет потребляться, тем самым сокращая транспортные расходы и выбросы. Кроме того, производство собственного биотоплива снижает зависимость страны от поставок традиционных видов топлив из других государств.

4. Долговечность двигателя. Поскольку биотопливо содержит меньше примесей в сравнении с классическими видами топлива, то двигатели загрязняются меньше и реже выходят из строя [13].

К основным недостаткам биологического топлива относятся:

1) потеря леса. Производство биотоплива требует огромных территорий под выращивание сырья. Это может привести к массовым вырубкам лесов, чтобы освободить площади;

2) продовольственный кризис. Производство биотоплива может повлиять на экономику, связанную с ценами и доступностью продуктов питания, так как пахотные земли будут отводиться под культуры для биотоплива, а не для пищи;

3) деградация почвы. Выращивание одних и тех же культур (монокультур) приведет к истощению почвы и росту числа вредителей. Для борьбы с ними будут использовать химические пестициды, как следствие – снижение плодородия почвы и потеря биоразнообразия;

4) недостаток ресурсов. Количество энергии, производимой с помощью биотоплива, значительно меньше, чем от сжигания ископаемого топлива, а это означает, что для удовлетворения энергетических потребностей того же количества людей требуется гораздо больше земли, воды и удобрений;

5) энергетические затраты. При оценке экономической выгоды от применения биотоплива следует учитывать энергию, необходимую для его производства, поскольку выработка биологических видов топлив осуществляется на современных дорогостоящих установках, требующих постоянного контроля и обслуживания со стороны специализированных работников [14].

Сопоставление приведенных аргументов о преимуществах и недостатках свидетельствует о несомненной перспективе развития альтернативной биологической энергетики.

Выводы

Таким образом, роль замены традиционных видов топлив альтернативными неоспорима, а поиск новых способов, таких как получение биологического топлива, обеспечит существенное снижение нагрузки на окружающую среду. Ключевую роль в декарбонизации, снижении выбросов парниковых газов в атмосферу и сохранения невозобновляемых ресурсов играют альтернативные источники энергии, в том числе биотопливо. Развитие технологий выработки биологических видов топлива позволит не только снизить выбросы загрязняющих веществ в природную среду, но и уменьшить количество образующихся отходов в отраслях деревообрабатывающей, сельскохозяйственной и животноводческой индустрии.

Список используемой литературы

1. Клешнин Ю.А. Альтернативные источники энергии // Вестник науки. – 2020. – № 8 (29). – С. 62–64.
2. Шумаев В.А. Развитие солнечной энергетики // В центре экономики. – 2022. – № 2. – С. 46–54.
3. Котеленко С.В., Чижкин А.В. Развитие ветровой энергетики // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2021. – № 12. – С. 72–76.

4. Шагарова И.Х., Горбенко Н.А., Ситдикова Р.Р. Развитие малой гидроэнергетики в РФ // Вестник магистратуры. – 2016. – № 4–1 (55). – С. 76–77.
5. Комилов А.О., Эргашев С.С. Мировые тенденции в развитии геотермальной энергетики // Scientificprogress. – 2022. – № 2. – С. 740–745.
6. Куряева Г.Ю., Важова А.К., Ярыгин С.В. Биотопливо в России // Академия. – Пенза: Издательство ПГУ, 2018. – С. 33–35.
7. Исраилова Э.А., Личковаха Д.В. Рынок твердого биотоплива Российской Федерации // Вестник РГЭУ РИНХ. – 2022. – № 3 (79). – С. 152–158.
8. Технология производства биотоплива [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.infobio.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva>.
9. Мини-бiodизельные процесоры [Электронный ресурс]. – URL: <https://movai.ru/biodizel-i-proizvodstvo-biodizela-s-pomosu-reaktorov/>.
10. Матвеев И.В. Производство жидкого биотоплива как перспективный сегмент энергетического хозяйства // ЭВ. – 2023. – № 28. – С. 43–54.
11. Павлов К.В., Гавриш В.И., Ниценко В.С. Биогазовые комплексы: экономическая целесообразность использования в различных регионах и странах мира // Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – № 28 (403). – С. 2–14.
12. Производственные схемы получения биогаза [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/2824288/page:5/>.
13. Козырева Т.И., Смирнов В.В. Альтернативные источники энергии // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 5 (95). – С. 110–115.
14. Вайцель А.А. Анализ альтернативных источников теплоснабжения // Наука, образование и культура. – 2019. – № 2 (36). – С. 23–24.

УДК 625.74

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Пастушков Владислав Андреевич, студент

*ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет», г. Москва, e-mail: vplampa@mail.ru*

Аннотация. Ветрогенераторы вертикального типа все чаще используются в качестве источника электроснабжения дорожной и транспортной инфраструктуры. Выполнен анализ эффективности размещения вертикальных ветрогенераторов на разделительной полосе по сравнению с размещением на обочине.

Ключевые слова: вертикальный ветрогенератор, энергоэффективность.

APPLICATION OF VERTICAL WIND TURBINES FOR POWER SUPPLY OF ANAUTOMOBILE ROAD'S SECTION

Pastushkov V.A.

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow

Annotation. Vertical wind generators are increasingly used as a source of power supply for road and transport infrastructure. An analysis was made of the effectiveness of placing vertical wind generators on the dividing strip in comparison with placement on the side of the road.

Keywords: vertical wind turbine, energy efficiency.

Введение

Постоянное развитие дорожной инфраструктуры и транспорта требует энергообеспечения вновь строящихся объектов, поэтому вопрос развития способов получения экологически чистой электроэнергии для Российской Федерации является важным. Вместе с тем весьма актуальна проблема повышения эффективности источников экологически чистой электроэнергии, получаемой из возобновляемых источников. К таким способам относится установка вертикальных ветрогенераторов, позволяющая реализовать следующие возможности:

- сокращение общего потребления электроэнергии при снабжении отдельных участков автомобильной дороги, при недостаточности существующих мощностей;
- автономное снабжение таких участков автомобильной дороги, где проложение коммуникаций невозможно;
- обеспечение электроэнергией, в том числе в качестве резервного источника энергоснабжения, придорожной инфраструктуры: камер видеофиксации, электронных систем сигнализации, станций зарядки электромобилей и т.д.;
- повышение эффективности ветрогенераторов вертикального типа за счет наиболее энергоэффективного расположения [1].

Принцип работы и конструктивные особенности

Принцип работы вертикального ветрогенератора заключается в преобразовании создаваемых транспортом воздушных потоков, приводящих в движение ось, на которой закреплены лопасти, в электроэнергию при помощи электрогенератора. Часть выработанного тока идет на заряд аккумулятора, обеспечивающего резервное питание в период простоя ветрогенератора, а часть – на инвертор для преобразования из постоянного тока в переменный для последующего питания потребителей. Энергия, накапливаемая в аккумуляторах, в дальнейшем используется для освещения автомобильной

дороги либо для энергоснабжения объектов дорожного сервиса, станций заряда электромобилей, обеспечение работы камер видеофиксации и т.д.

Основным недостатком ветрогенераторов вертикального типа является то, что лопасти крутятся перпендикулярно поверхности земли независимо от направления и силы ветра. Поэтому примерно половина от общего количества лопастей вращается против ветра, из-за чего часть мощности ветрового потока не используется, что снижает эффективность ветрогенераторов. В этом случае весьма актуален выбор места расположения ветрогенератора, при котором подобный эффект будет минимальным. Этот вопрос и будет рассматриваться в данной статье.

При расположении вертикальных ветрогенераторов, как представлено на рис. 1, эффективность работы повышается за счет захвата лопастями потоков воздуха от встречно движущегося потока автомобилей.



Рис. 1. Расположение вертикальных ветрогенераторов на разделительной полосе автомобильной дороги [2]

Эффективность исследований по расположению ветрогенераторов на разделительной полосе подтверждена в работе [3].

Экспериментальная часть

Суть экспериментов по исследованию заключалась в измерении скорости ветра, образующегося от проезжающего мимо транспорта, на обочине и на

разделительной полосе автомобильной дороги, с последующей обработкой и сравнением результатов измерений для обоснования выбора места размещения вертикальных ветрогенераторов. Экспериментальные данные, полученные при измерении, переносили на местоположение исследуемого объекта (табл.1).

Таблица 1

Данные по условиям проведения эксперимента

Температура воздуха, °С		17
Фоновая скорость движения воздуха, м/с		1
Интенсивность автомобильного потока, авт./час		
В центр	Легковые	4932
	Грузовые	648
Из центра	Легковые	4320
	Грузовые	720
Число полос движения		6
Средняя скорость транспортного потока, м/с; км/ч		17–21; 60–75

Измерения проводили при помощи термоанемометра BenetchGM8903. Датчик термоанемометра был направлен в сторону транспортного потока и находился на расстоянии 1 м от полосы движения транспортных средств. Измерения производились на четырех точках (точка 1 – обочина в центр, точка 2 – обочина из центра, точка 3 – разделительная в центр и точка 4 – разделительная из центра) на трех высотах (1, 1,5 и 2 м). На каждой точке в течение минуты при движущемся транспортном потоке измерялись максимальное и минимальное значения скорости ветра. По результатам измерений находилось среднее значение и заносилось в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Результаты измерений с учетом и без учета скорости ветра

Высота, м / № точки	1 (обочина в центр)	2 (обочина из центра)	3 (разделительная в центр)	4 (разделительная из центра)
1	5,1/4,1 ^{*)}	5,5/4,5	7,7/6,7	8,1/7,1
1,5	9,7/8,7	10,3/9,3	16,3/15,3	17,8/16,8
2	11,1/10,1	11,5/10,5	17,6/16,6	19,5/18,5

^{*)} в числителе – с учетом скорости ветра, в знаменателе – без учета

На основе полученных данных сделан вывод, что измеренная скорость ветра зависит от режима движения и скорости транспортного потока, а также от высоты точки измерения. Наибольшие значения достигаются при высоте измерения 2 м. Скорость ветра, измеренная на обочине в 1,5 раза меньше скорости, измеренной на разделительной полосе. Следует отметить, что фактором является повышение скорости ветра на разделительной полосе за счет разнонаправленных транспортных потоков. Создающиеся разнонаправленные ветровые потоки компенсируют недостатки конструкции и обеспечивают повышенную эффективность.

Эксперимент проводился на участке со скоростью движения транспорта 60...75 км/ч, что позволяет экстраполировать полученные данные на участки автомобильной дороги с расчетной скоростью движения транспорта 110 км/ч [4] (табл. 3, 4).

Таблица 3

Исходные значения скорости ветра (м/с) при скорости движения транспортного потока 60 км/ч

Высота, м/№ точки	Обочина	Разделительная полоса
1	4,3	6,9
1,5	9	16,1
2	10,3	17,3

Для экстраполяции взяты усредненные измеренные данные при скорости транспортного потока 60 км/ч (16,6 м/с), скорости ветра на обочине и на разделительной полосе. Полученные значения скорости ветра при средней скорости транспортного потока 110 км/ч (30,6 м/с) представлены на рис. 2.

Таблица 4

Значения скорости ветра (м/с) при скорости движения транспортного потока 110 км/ч

Высота, м/№ точки	Обочина	Разделительная полоса
1	7,9	12,7
1,5	16,6	29,7
2	18,9	31,9

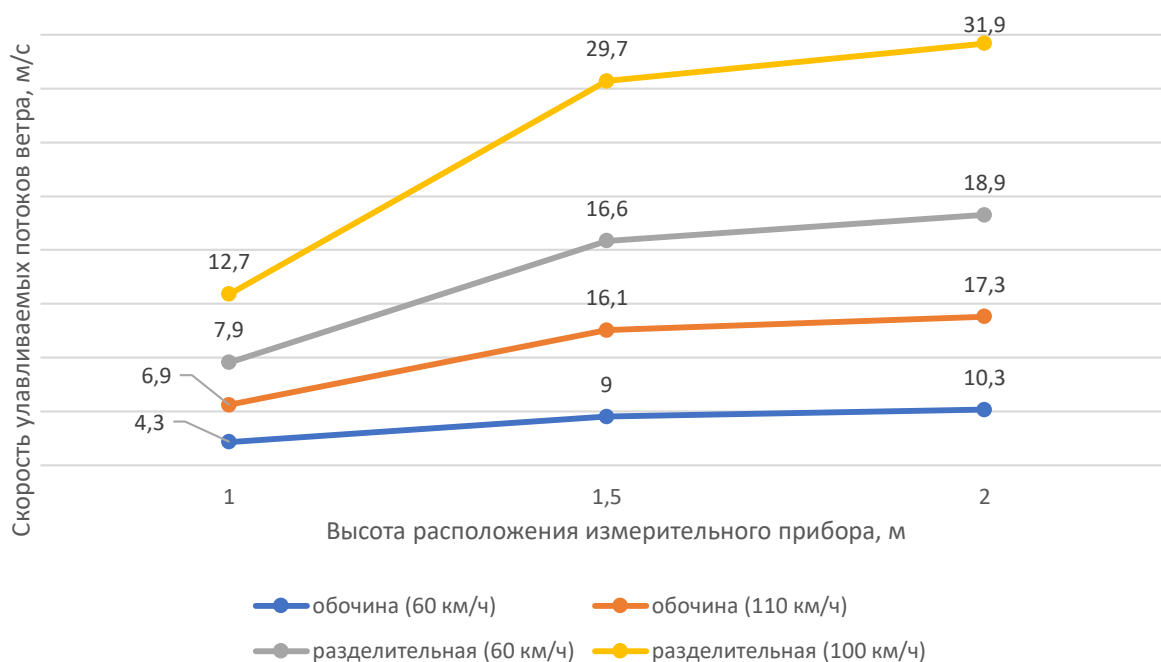


Рис. 2. Зависимость скорости ветра от скорости транспортного потока

На основании данных, полученных при проведении эксперимента, можно сделать вывод, что использование вертикальных ветрогенераторов на разделительной полосе повышает их эффективность за счет лучшего использования потоков ветра, кроме того, на разделительной полосе скорость ветра достигает больших значений, чем на обочине.

Выводы

Рассмотрен вопрос повышения эффективности ветрогенераторов вертикального типа при расположении их на разделительной полосе автомобильной дороги. Проведена экспериментальная оценка скорости движения воздуха, вызываемого транспортными потоками, на обочине и разделительной полосе автомобильной дороги, на основании которой определена возможность повышения эффективности работы ветрогенератора вертикального типа до 80%.

Список использованной литературы

1. Штефан Г., Роман Д. Перспективы ветроэнергетического рынка в России – Электрон. текстовые дан. – 2017. – 30 с. [Электронный ресурс]. – <https://www.wwindea.org/wp-content/uploads/2017/06/170612-FES-Windenergie-rus-print.pdf>. (дата обращения: 08.02.2024).
2. Аноп С.А., Киряков Е.И. Применение ветрогенераторов для автономного энергообеспечения транспортных сооружений / ТГАСУ. – Томск, 2018. – С. 39–45.
3. Панов М.В. Система автономного энергообеспечения автомобильных дорог с использованием ветрогенераторов / М.В. Панов, Е.И. Киряков // Материалы 59-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – 2013.– С. 358–362.
4. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Утвержден: Ростех регулирование (23.10.2007). – Дата введения 01.07.2008. – М.: Стандартиформ 2008. – 27 с.

УДК 628.517.2

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА ВБЛИЗИ АВТОМАГИСТРАЛИ

Тухфатуллина Зульфина Ильфатовна, студент,

Мухаметшина Румия Мугаллимовна, канд. хим. наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет», г. Казань, e-mail: rumya211@yandex.ru*

Аннотация. В работе рассматриваются различные методы и технологии, направленные на снижение уровня шума и обеспечение комфортных условий пребывания для людей, живущих или работающих вблизи дорожного транспорта.

Ключевые слова: шум, звукоизоляция, ограждения, транспорт, источник шума, зеленые насаждения, автомобили.

NOISE PROTECTION SYSTEM FOR PEOPLE NEAR A HIGHWAY

Tuhfatullina Z.I., Mukhametshina R.M.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

Annotation. *The work discusses various methods and technologies aimed at reducing noise levels and providing comfortable living conditions for people living or working near road transport.*

Key words: *noise, sound insulation, fences, transport, noise source, green spaces, cars.*

Введение

В больших населенных пунктах жители подвергаются влиянию различных антропогенных условий. Одним из основных факторов отрицательного влияния в городе является шум. С каждым годом уровень шума увеличивается, достигая уровня максимальных значений - до 90-95 дБ. Основным источником шума является автотранспорт, особенно грузовые автомобили с дизельными двигателями, которые создают интенсивный шум в городских районах.

Увеличение скорости движения поездов также ведет к существенному росту показателя шума в жилых зонах. Шум, который возникает при движении электропоездов, может оказывать значительное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. При проезде по открытой местности шум от поездов легко распространяется, создавая дискомфорт и беспокойство для людей. Следует отметить, что уровень шума, создаваемого электропоездами, превышает уровень шума от автомобилей на асфальте на 10 децибел (дБ) [1].

Кроме того, исследования показывают, что шум оказывает отрицательное влияние на здоровье человека [2]. Первые признаки негативного воздействия шума включают жалобы на дискомфорт, беспокойство и нарушение работы, сна и отдыха, затруднения в восприятии звуков и общении из-за избыточного шума в окружающей среде. Шум может быть причиной преждевременного

старения. Исследования показали, что люди, проживающие в крупных городах с высоким уровнем шума, могут иметь сокращенную продолжительность жизни на 8–12 лет [3; 4]. Проблема шумового загрязнения становится все более актуальной и важно регулярно контролировать измерения уровня шума и разрабатывать стратегии для его сокращения.

В связи с негативными последствиями, связанными с шумом, разрабатываются меры, которые могут помочь снизить его воздействие. Для защиты от шума применяются следующие мероприятия:

1. Технические меры. Они направлены на снижение шума в источнике его возникновения. Это совершенствование конструкций транспортных средств, промышленного оборудования, бытовой техники с использованием инновационных подходов и современных материалов (пластмассы, резина, керамика, алюминий и др.).

На автомобилях улучшение акустических показателей достигается за счет сокращения шума от двигателя, систем впуска и выпуска, агрегатов трансмиссии, шин и других первичных источников, а также от пассивных элементов, таких как кузов, внутренняя отделка, ходовая часть.

На железнодорожном транспорте применяются глушители шума на тепловозах, резиновые подрельсовые прокладки, бесстыковой путь, совершенствование тормозных систем, уменьшение массы подвижного состава, использование звукоизолирующих материалов в вагонах.

2. Архитектурно-планировочные меры. Предусматривают рациональное размещение объектов с учетом шумовых характеристик, удаление источников шума от жилых и общественных зданий на безопасное расстояние.

3. Строительно-акустические меры. Включают решение проблем по звукоизоляции, звукопоглощению, звукоотражению и установку шумозащитных экранов (рис. 1.) на пути распространения шума.



Рис. 1. Шумозащитные экраны

Данные принципы лежат в основе разработки и проведения экспериментальных строительных работ по созданию шумозащитных жилых домов и активно внедряются в Москве, Новосибирске и Днепропетровске и других городах. В Татарстане используются следующие меры для уменьшения шумового воздействия: использование звукоизоляционных материалов при строительстве и реконструкции; размещение зеленых насаждений и звукоизоляционных барьеров вдоль дорог и железнодорожных путей; применение специальных конструкций и материалов, способных поглощать звук и уменьшать его отражение внутри помещений [3].

4. Организационные и административные меры предполагают ограничение или запрет эксплуатации источников шума в определенное время, регулирование режимов работы шумных объектов, введение нормативов по допустимым уровням шума [5]. Существует несколько вариантов уменьшения шума от транспорта: размещение шумозащитного барьера на полосе отвода автомобильной дороги; сочетание шумозащитного барьера на полосе отвода с барьером, расположенным на разделительной полосе (при малой ширине разделительной полосы он может совмещаться с ограждениями); установка подпорной стенки со стороны, близкой к застройке; создание зеленых насаждений в буферной зоне; использование защитных грунтовых валов; проектирование дороги в выемке в населенных пунктах; строительство дороги

на эстакаде с устройством шумозащитных барьеров из прозрачного пластика на разделительной полосе и по краям. Пространство под эстакадой может быть использовано для стоянки автомобилей. Для дополнительной защиты можно возвести невысокий грунтовый вал; прокладка тоннелей с полной изоляцией от транспортного шума с использованием пространства над тоннелем для местного движения [4]. Для предотвращения распространения шума рекомендуется использовать зеленые полосы в насаждениях. Создаются несколько полос, расположенных на расстоянии, равном высоте деревьев. Ширина полос должна составлять не менее 5 метров, а высота деревьев – от 5 до 8 метров. Кроны деревьев на шумозащитных полосах должны плотно смыкаться между собой [6] (рис. 2).

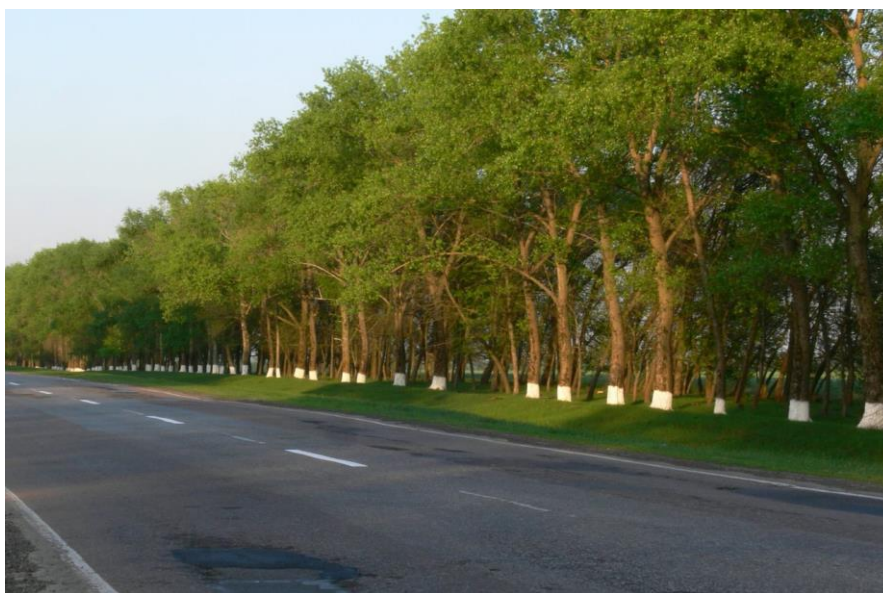


Рис. 2. Шумозащитные полосы зеленых насаждений

Выводы

Одним из основных направлений, оказывающих влияние на снижение уровня шумовой нагрузки, является рациональное планирование и разделение городской территории по функциональному назначению, включающее жилые, промышленные, коммунально-складские и транспортные зоны. Для жилых зданий рекомендуется при планировании выбирать участки, удаленные от источников шума, таких как оживленные транспортные магистрали. Кроме

того, стоит устанавливать шумозащитные экраны между источником шума и жилой застройкой, а также применять рациональные композиционные методы расположения жилых зданий с целью защиты от шума. Важной мерой в борьбе с шумом являются зеленые насаждения, которые служат отличным звукоизолятором. Также эффективны технологии снижения шума, связанные с ослаблением звуковой энергии в процессе распространения. Это достигается за счет применения звукоизолирующих ограждений и акустических экранов, которые могут служить в качестве шумозащиты. Комплексное применение различных мер позволяет эффективно бороться с шумовым загрязнением и создавать более комфортные условия для жизни и работы людей.

Список использованной литературы

1. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды / И.Я. Аксенов, В.И. Аксенов. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.
2. Каменская Е.Н. Защита от шума: учебное пособие; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог, 2023. – 145 с.
3. Куприянов В.Н. Проектирование защиты от шума: учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 112 с.
4. Сазонов Э.В. Экология городской среды: учеб. пособие для студ., обуч. по направлению 270100 «Строительство» / Э.В. Сазонов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 310 с.
5. Транспортный шум и мероприятия по его предупреждению и снижению [Электронный ресурс]. – <https://studfile.net/preview/5844903/page:5/> (дата обращения: 23.03.2024).
6. Рябов О.Р. Зеленые микрзоны в урбанизированной среде / О.Р. Рябов // Известия КГАСУ. – 2016. – № 4 (38). – С. 185–191.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осмысление событий, связанных с празднованием в 2023-м году 160-летней годовщины со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского, приводит к закономерному выводу о феноменальной востребованности идей этого великого русского ученого. Одни идеи живут в конкретных делах, частично реализованных уже при жизни Вернадского или воплощаемых в жизнь в наше время. Другие еще ждут своего часа. А все вместе они образуют феномен наследия нашего великого соотечественника. Именно так в последние годы называют совокупность идей и других его творческих достижений, полагая, что феномен наследия (документального, культурного, нематериального культурного, духовного и т.п.) – это «особо ценное общественное явление, сопровождающее развитие цивилизации в виду его объективной востребованности в социуме».

Учения выдающегося русского исследователя, мыслителя и общественного деятеля В.И. Вернадского с каждым годом все более ярко отражают концепции, предложенные сегодня и развивающиеся как в Российской Федерации, так и во всем мире. Еще в XX веке В.И. Вернадским косвенно заложен фундамент идеи устойчивого развития в учении о ноосфере, как об объединяющем человечество пространстве, в котором согласуются интересы государств и человечества, природы и общества, знаний и политики. С течением времени, интерес к концепции устойчивого развития, строящейся на равновесии трех основных понятий: экономический рост, социальная ответственность и экологический баланс, возрос среди ряда развитых стран мира. Этот процесс обусловлен не только негативными экологическими проблемами человечества, но и актуальностью и востребованностью в усовершенствовании существующих и разработке новых малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленного комплекса стран нашего мира.

«Идея исторического оптимизма, основанная на вере в силу разума», пронизывает практически всё творчество великого ученого. Но в наиболее

явной форме она нашла отражение в ноосферной концепции Вернадского – фактическом финале и своеобразном итоге его творческой жизни, своего рода его духовном завещании. Это удивительное творение, несмотря на множество препон, не осталось незамеченным в мировом социуме. Какое-то время эта концепция была под спудом безотлагательных проблем возвращения к нормальной жизни стран и народов планеты после военного лихолетья. Однако уже в 1964 году она напомнила о себе в феноменальном труде советского географа Д.Л. Арманда «Нам и внукам», в котором была представлена его концепция разумного (в дальнейшем латинизировавшейся в «рациональное») природопользования, ставшая в скором времени одной из идейных основ зарождавшейся современной национальной экологической политики в нашей стране.

Присущий В.И. Вернадскому исторический оптимизм проявился и в самом названии, выявленной им планетарной сферы, которую он назвал ноосферой, т.е. сферой разума. Думая о будущем человечества в один из самых трагичных периодов в его истории, он апеллирует именно к разуму – важнейшей понятийной категории эпохи Просвещения. Вспомнить об этом особенно актуально в связи с 300-летней годовщиной со дня рождения великого немецкого (и частично российского) философа Иммануила Канта, отмечаемой как раз в день проведения конференции КГАСУ. Как известно, три важнейших произведения Канта связаны именно с категорией разума. Это: «Критика чистого разума», «Критика практического разума» и «Критика способности суждения». Несомненно, что Вернадский, как и всякий просвещенный русский мыслитель того времени был знаком с творчеством Канта и, возможно, оно оказало какое-то влияние на формирование положений ноосферной концепции. Хотя логичнее предположить, что оба великих ученых независимо от каких-либо внешних обстоятельств пришли к представлению о разуме как базовому условию благополучия человечества. Условию, имеющему поистине огромное воспитательное значение для всей цивилизации.

Идейное развитие концепции ноосферы Вернадского проявилось во многих формах. Об одной из них – концепции разумного природопользования Д.Л. Арманды – речь уже шла выше. Другая, значительно более известная в мире – это концепция устойчивого развития, вся пронизанная ноосферными идеями, хотя и без отсылок к их автору, что, впрочем, обычно для этой концепции. В особенности это относится к той части концепции устойчивого развития, которая связана с её экологической проблематикой вообще и с экологической культурой, в частности. А к чему еще апеллировать при решении задач формирования современной экологической культуры как не к разуму и его первым производным – справедливости и ответственности? Об этом, в частности, немало фундаментальных работ философов, психологов и педагогов, в числе которых считаем логичным указать на публикации В.А. Ясвина, а также Ю.П. Зинченко и В.И. Панова.

В сборнике трудов конференции, посвященной наследию В.И. Вернадского, представлены результаты исследований по ряду направлений технической экологии, рассматриваются актуальные проблемы методически грамотного подхода в процессе экологического образования будущих специалистов-экологов и развития экологической культуры среди студенческой молодежи.

Следует отметить необходимость и важность общей экологизации человечества по распространению экологических знаний, осознанного мышления, рационального поведения и разумного потребления. Для развития экологической культуры населения регионов все в большей мере привлекается молодое поколение. В этой связи студенческая молодежь выступает как активные инициаторы экологического образования и воспитания ответственности как у подрастающего поколения, так и у населения регионов. Это общественно-значимая деятельность должна обеспечить экологизацию как подрастающего поколения, так и населения, в общем, повысить эффективность внедрения экологичных и ресурсосберегающих технологий, что, несомненно, будет способствовать более интенсивному устойчивому развитию стран мира.

В эти изменения верил В.И. Вернадский, отмечая: «Я смотрю на все с точки зрения ноосферы и думаю, что в буре и грозе, в ужасах и страданиях, стихийно родится новое прекрасное будущее человечества». «Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим». Здесь великий ученый и гражданин говорит от имени народа, в том числе будущего народа. И он, именно он, имел на это моральное право, в этом его миссия. А мы, современные люди, читающие эти строки о будущем ровно через 80 лет после их опубликования воспринимаем их, должны воспринимать как своего рода категорический императив новейшего времени, категорический императив Вернадского – как наше бесценное наследие с очень важной педагогической составляющей, вокруг которого и должна выстраиваться идеология развития, базирующаяся на идеях образования и воспитания.

Творческое наследие В.И. Вернадского, обладая охарактеризованным выше воспитательным потенциалом, может быть и должно стать существенным фактором общественного развития или, в терминах современной лексики, устойчивого развития России и других стран мира. Для этого было бы важным предусмотреть системные меры его продвижения, включающие в себя развитие соответствующих научных исследований; закрепление наиболее существенных положений наследия Вернадского в образовательной повестке учебных заведений (учебные курсы, учебные пособия и т.п.); пропаганда научного наследия великого ученого средствами сферы просвещения; закрепление его приоритета в академической и гуманитарной сфере во всемирном наследии ЮНЕСКО (списки нематериального культурного и документального наследия).

Экологи и разумная часть человечества верят и следуют идеям В.И. Вернадского, стремясь к осуществлению целей – предотвращение возникновения необратимых последствий и обеспечения благоприятного будущего людей, где человечество будет жить в гармонии с природой.

Строганов В.Ф. – д-р хим. наук, профессор
Мазуров Ю.Л. – д-р геогр. наук, профессор

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Международной научно-практической конференции

**«Наследие В.И. Вернадского
и современные проблемы экологии»**

г. Казань, 22 апреля 2024 г.

Тексты материалов конференции печатаются в авторской редакции

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать 2024

Формат 60×84/16

Заказ №

Печать ризографическая

Усл.-печ. л. 24,75

Тираж экз.

Бумага офсетная № 1

Уч.-изд. л. 24,75

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КазГАСУ.

420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.

