

• ISSN 2072-8158 •



ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№10, 2023



г. Москва



Всероссийский научно–практический журнал «Вода: Химия и Экология» публикует оригинальные научные статьи и обзоры теоретического и практического характера, посвященные:

- ✓ органической химии;
- ✓ биоорганической химии;
- ✓ неорганической химии;
- ✓ процессов химической, мембранной технологии
- ✓ экологии;
- ✓ гидробиологии;
- ✓ исследованию новых перспективных материалов для химической и микробиологической очистки воды;
- ✓ технологическим инновациям в сфере промышленной и бытовой очистки вод;
- ✓ исследованиям в области гидробиологии;
- ✓ мониторингу водных объектов, экономике водной отрасли;
- ✓ обзору передовых российских и зарубежных разработок, существующих патентов и нормативной документации;
- ✓ чрезвычайным экологическим ситуациям;
- ✓ совершенствованию и разработке аналитических приборов;
- ✓ методическому и математическому обеспечению образования в области химии и экологии воды;

Миссия журнала: развитие фундаментальных и прикладных исследований в области химических, биологических наук и экологии, а также распространение оригинальных исследований в этих областях наук.

К публикации принимаются оригинальные исследования российских и зарубежных ученых, преподавателей, научных работников, аспирантов высших учебных заведений и научных организаций Российской Федерации, стран СНГ и дальнего зарубежья, ранее не опубликованные.

Настоящее издание включено в Перечень ведущих научных изданий, реферируемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Согласно паспорту Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, журнал рекомендован для публикации результатов научных исследований, выполняющихся в рамках подготовки диссертационных работ по следующим специальностям:

- | | |
|--|---|
| ✓ 1.4.3. Органическая химия (химические науки), | ✓ 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий (химические науки), |
| ✓ 1.4.9. Биоорганическая химия (химические науки), | ✓ 2.6.15. Мембраны и мембранная технология (химические науки) |

Редакция журнала ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ в том числе принимает оригинальные научные труды, касающиеся сферы биологических наук и экологии.

Язык: Русский, английский **Количество статей в журнале:** до 15.

Количество выпусков в год: 12, Журналу присвоен ISSN, 2072–8158

Регистрация СМИ: серия ПИ № ФС 77 – 31640 10.04.2008

Ссылка РИНЦ – https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=28251

Журнал печатается в г. Москве

Учредитель журнала: Мельников Игорь Олегович, кандидат химических наук

Адрес: 127473, Москва г., 3–й Самотечный пер., д. 23, кв. 48, **E-mail:** VAK-info@yandex.ru

Типография и издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Манускрипт" (ОГРН 1226100004679)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Каленский Александр Васильевич: Доктор физико–математических наук, профессор, заведующий кафедрой химии твердого тела и химического материаловедения, чл корр РАЕН, один из ведущих преподавателей КемГУ, за многолетний плодотворный труд был награжден: почетными грамотами АКО, благодарностями ГОУ ВПО КемГУ, медалью «За веру и добро»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Будко Елена Вячеславовна: Доктор фармацевтических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Гасаналиев Абдулла Магомедович: Доктор химических наук, профессор кафедры, директор НИИ Общей и неорганической химии, заслуженный деятель науки РД и РФ, Дагестанский Государственный Педагогический Университет (Махачкала)

Данилов–Данильян Виктор Иванович: Доктор экономических наук, Российский учёный, экономист, эколог, гидролог, член–корреспондент РАН. Специалист в области экономики природопользования, экономико–математического моделирования, теории устойчивого развития, Институт водных проблем РАН (Москва)

Еременко Игорь Леонидович: Советский и Российский химик, доктор химических наук член–корреспондент РАН с 1997 года, академик РАН с 2006 года, лауреат Государственной премии Российской Федерации, институт общей и неорганической химии им. н.с. курнакова РАН (Москва)

Койфман Оскар Иосифович, Доктор химических наук, Российский химик, специалист в области синтеза, изучения физико–химических свойств и практического использования порфиринов, металлопорфиринов, их структурных аналогов и жидкокристаллических соединений, ректор Ивановского государственного химико–технологического университета, Ивановский государственный химико–технологический университет (Иваново)

Колесников Владимир Александрович: Доктор технических наук, Российский учёный в области промышленной электрохимии, безопасности и ресурсосбережения применительно к процессам обработки современных материалов, создания экологически безопасных, ресурсосберегающих процессов в гальванотехнике, переработке жидких техногенных отходов и водообработке, Российский химико–технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва)

Леонов Валерий Евгеньевич: Доктор технических наук, профессор, действительный член международной академии «Экоэнергетика», Херсонская государственная морская академия

Мухин Виктор Михайлович: Доктор технических наук, профессор по специальности «Экология», лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, заслуженный изобретатель РФ, Почетный эколог (МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ), Почетный профессор Санкт–Петербургского государственного технологического института (технического университета), начальник лаборатории активных углей, эластичных сорбентов и катализаторов АО «Электростальское НПО «Неорганика» Ростеха (Москва)

Пчелинцева Нина Васильевна: Доктор химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского, профессор кафедры органической и биоорганической химии Института химии СГУ (Саратов)

Фролкова Алла Константиновна: Советский и российский химик, доктор технических наук, МИРЭА–Российский технологический университет (Москва)

Федосов Сергей Викторович: Доктор технических наук, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет, профессор, академик РААСН (Москва)

Хацаева Раиса Мусаевна: Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, зав. кабинетом электронной микроскопии (Москва)

EDITOR-IN-CHIEF:

Kalensky Alexander Vasilyevich, Doctor of Physico–Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Solid State Chemistry and Chemical Materials Science, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, one of the leading teachers of KemSU, for many years of fruitful work was awarded: honorary diplomas of the AKO, commendations of the State Educational Institution of KemSU, the medal «For Faith and Kindness»

EDITORIAL BOARD:

Budko Elena Vyacheslavovna: Kursk State Medical University, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor

Abdulla Magomedovich Hasanaliyev: Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department, Director of the Research Institute of General and Inorganic Chemistry, Honored Scientist of the Republic of Dagestan and the Russian Federation, Dagestan State Pedagogical University (Makhachkala)

Danilov–Danilyan Viktor Ivanovich: Doctor of Economics, Russian scientist, economist, ecologist, hydrologist, corresponding Member of the Russian Academy of Sciences. Specialist in the field of environmental economics, economic and mathematical modeling, theory of Sustainable Development, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Eremenko Igor Leonidovich: Soviet and Russian chemist, Doctor of Chemical Sciences Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences since 1997, Academician of the Russian Academy of Sciences since 2006, laureate of the State Prize of the Russian Federation, N.S. Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Koifman Oskar Iosifovich, Doctor of Chemical Sciences, Russian chemist, specialist in the field of synthesis, study of physico–chemical properties and practical use of porphyrins, metalloporphyrins, their structural analogues and liquid crystal compounds, Rector of Ivanovo State University of Chemical Technology, Ivanovo State University of Chemical Technology (Ivanovo)

Kolesnikov Vladimir Aleksandrovich: Doctor of Technical Sciences, Russian scientist in the field of industrial electrochemistry, safety and resource conservation in relation to the processes of processing modern materials, creating environmentally safe, resource–saving processes in electroplating, processing of liquid technogenic waste and water treatment, D.I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology (Moscow)

Leonov Valery Evgenievich: Doctor of Technical Sciences, Professor, full member of the International Academy "Ecoenergetics", Kherson State Maritime Academy

Mukhin Viktor Mikhailovich: Doctor of Technical Sciences, Professor in the specialty "Ecology", laureate of the prize of the Government of the Russian Federation in the field of science and technology, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Ecologist (INTERNATIONAL ACADEMY of Sciences of Ecology, Human Safety AND NATURE), Honorary Professor of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), Head of the Laboratory of Active coals, elastic sorbents and catalysts of Neorganika Rostec Moscow)

Pchelintseva Nina Vasilyevna: Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Organic and Bioorganic Chemistry, Associate Professor, Saratov National Research State University named after N.G.Chernyshevsky (Saratov)

Frolkova Alla Konstantinovna: Soviet and Russian chemist, Doctor of Technical Sciences, MIREA–Russian Technological University (Moscow)

Fedosov Sergey Viktorovich: Doctor of Technical Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Khatsaeva Raisa Musaevna: Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher at the Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Head. the electron microscopy room (Moscow)

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Власова Алена Юрьевна, Шкиндрова Инна Николаевна, Савдур Светлана Николаевна
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СОРБЦИОННОГО МЕТОДА 10

Уранова Валерия Валерьевна, Близняк Ольга Владимировна, Ломтева Наталья Аркадьевна
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА РОДА SCUTELLARIA ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ПРИМЕСИ 16

Фоменко Александра Ивановна
АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МИНЕРАЛЬНЫМИ СОРБЕНТАМИ 22

ЭКОЛОГИЯ (ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Андреев Дмитрий Васильевич, Руфов Игнатий Иванович
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРНОГО ДЕЛА В ЯКУТИИ 29

Арефьева Ольга Дмитриевна, Миткина Прасковья Игоревна, Петин Владислав Станиславович
ВЛИЯНИЕ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ПАРТИЗАНСКАЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ 34

Газетдинов Ришат Ринатович, Салиева Екатерина Эдуардовна
ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ Г. ИШИМБАЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН 41

Грязева Валентина Ивановна, Корягин Юрий Викторович, Корягина Наталья Викторовна, Куликова Евгения Геннадьевна
ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕЛИОРАНТОВ В АГРОЭКОЛОГИИ 51

Сытник Наталья Александровна
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КЕРЧЬ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ 59

Чжан Тинжуй
ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 66

Шахринова Надежда Викторовна, Стримова Айгуль Виловна
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ 72

CONTENTS

BIOORGANIC CHEMISTRY (CHEMICAL SCIENCES)

Vlasova Alyona Yuryevna, Shkinderova Inna Nikolaevna, Savdur Svetlana Nikolaevna
IMPROVING THE EFFICIENCY OF DRINKING WATER PURIFICATION BY INTRODUCING THE SORPTION METHOD 10

Uranova Valeria Valeryevna, Bliznyak Olga Vladimirovna, Lomteva Natalia Arkadyevna
DETERMINATION OF THE QUALITY OF PLANT MATERIAL OF THE GENUS SCUTELLARIA BY THE IMPURITY INDEX 16

Fomenko Alexandra Ivanovna
ADSORPTION OF IRON CATIONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY MINERAL SORBENTS 22

ECOLOGY (CHEMICAL SCIENCES)

Andreev Dmitry Vasilyevich, Rufov Ignatij Ivanovich
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF MINING IN YAKUTIA 29

Arefyeva Olga Dmitrievna, Mitkina Praskovya Igorevna, Petin Vladislav Stanislavovich
THE IMPACT OF LIQUIDATED MINES ON POLLUTION OF THE PARTIZANSKAYA RIVER BASIN OF PRIMORSKY KRAI 34

Gazetdinov Rishat Rinatovich, Salieva Ekaterina Eduardovna
ECOLOGICAL AND ANALYTICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF THE SOILS OF ISHIMBAI, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN 41

Gryazeva Valentina Ivanovna, Koryagin Yuri Viktorovich, Koryagina Natalia Viktorovna, Kulikova Evgeniya Gennadiyevna
ASSESSMENT OF THE USE OF BIOMELIORANTS IN AGROECOLOGY 51

Sytnik Natalia Alexandrovna
ASSESSMENT OF THE IMPACT ON WATER BODIES OF RECULTIVATION OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL OF THE CITY OF KERCH, REPUBLIC OF CRIMEA 59

Zhang Tingrui
THE PROBLEM OF WATER POLLUTION AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH 66

Shakhrinova Nadezhda Viktorovna, Stromova Aigul Vilovna
DETERMINATION OF ACID-BASE PROPERTIES OF INDUSTRIAL ZONE SOIL 72

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

УДК 628.16

DOI 10.58551/20728158_2023_10_10

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СОРБЦИОННОГО МЕТОДА

Власова Алена Юрьевна,
Шкиндерова Инна Николаевна,
Савдур Светлана Николаевна

Проблема очистки природной воды до питьевого качества, требуемого по СанПиН является актуальной проблемой. Действующие технологии очистки не полностью справляются с поставленной задачей, поэтому необходима их модернизация. В работе представлены экспериментальные исследования полученные на смоделированной макетной лабораторной установке в масштабе 1:40. Апробированы фильтры с угольной загрузкой, включенные в традиционную технологию очистки. Определена эффективность фильтрующих материалов (древесный активированный уголь марки БАУ и кокосовый уголь). По результатам оценки эффективности представлен метод, который возможно реализовать в короткие сроки с минимальными капитальными вложениями.

Ключевые слова: станция очистки, адсорбция, органические соединения, угольные фильтры.

Очистка воды до требуемого питьевого качества ежегодно осложняется качественным и количественным составом исходной природной воды. Появляется большое количество загрязнений как техногенного характера, так и природного. Как правило, основными критериями оценки эффективности очистки являются следующие показатели: общий органический углерод, перманганатная окисляемость, цветность, мутность, органолептические показатели (запах, вкус, привкус). Повышение значений данных показателей влечет за собой бактериологическое обрастание трубопроводов и как следствие появления запаха у потребителей.

На сегодняшний день традиционная схема очистки воды осуществляется по следующему принципу: водозабор – реагентная обработка «сульфат алюминия+ПАА» (летнее время, при температуре воды выше 4,5 °С)/ «оксихлорид алюминия+ПАА» (зимнее время, при температуре воды ниже 4,5 °С) – отстаивание – механическое фильтрование на кварцевом песке – резервуары чистой воды – станция ультрафиолетового обеззараживания – потребителям. (рисунок 1)

Для большинства станций очистки существует разделение реагентной обработки по сезонам, данное мероприятие проводят с точки зрения экономической целесообразности применения реагентов.

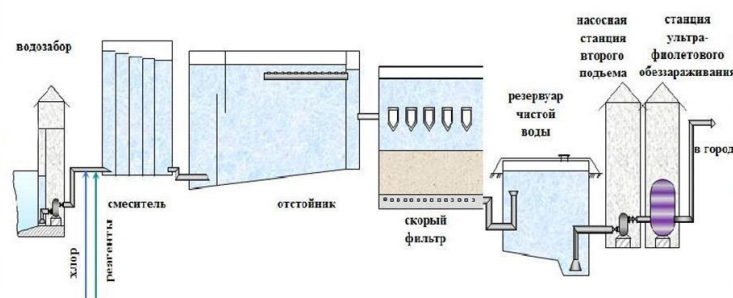


Рисунок 1. Технология подготовки воды поверхностного водоемного источника до питьевого качества

Основная очистка от органических соединений осуществляется на стадии коагулирования и флокулирования в отстойниках. Но в зимний период эффективность очистки снижается за счет низких температур водоисточника, поэтому используют более дорогостоящие эффективные реагенты. Также существуют требования СанПиН по содержанию остаточного алюминия и полиакриламидных звеньев в очищенной воде. Поэтому существует максимальная доза реагентов выше которой дозирование невозможно. Поэтому для увеличения эффективности очистки необходимо устанавливать дополнительные блоки очистки.

Для глубокой очистки воды из загрязненных поверхностных водоисточников является использование окислительно-сорбционного метода. Данный метод комбинирует процесс окисления за счет использования окислителей (хлор, озон) и сорбентов. Наиболее эффективно в качестве сорбента использовать уголь, который будет выступать в качестве катализатора окисления и активного сорбента продуктов разложения. [1, 2]

Установка сорбционных фильтров позволит не только увеличить эффективность очистки в отношении органических соединений, хлорорганических, устранить нежелательные запахи, уменьшить содержание ПАВ, но и позволит снизить содержание в воде консервативных биологически неокисляемых органических веществ. [3]

Существуют различные способы использования сорбционного материала на очистной станции: фильтрующие блоки, использование порошкообразного угля в виде угольной пульпы. Но наиболее эффективно использование угольного материала в отдельно стоящих сорбционных фильтрах. Этот метод является наиболее надежным с санитарно-гигиенической и технологической точек зрения. [4]

В качестве загрузки для фильтра может быть использован уголь различных марок. Многие станции очистки используют гранулированный уголь, так как он обладает меньшей зольностью и соответственно меньше угольной пыли при его засыпке в корпус фильтра. Вода проходит через слой гранул и механические примеси улавливаются материалом за счет высокой пористости. Но наряду с высокой физической адсорбцией угля наблюдается также химическая сорбция за счет химической структуры угля. Но химическая сорбция менее выражена по сравнению с физической. [5]

При выборе марок угля необходимо учитывать его структуру, так как адсорбция осуществляется за счет дисперсионных сил. На сегодняшний день в водоочистке могут быть использованы как природные угли, так и модифицированные, с введением дополнительных функциональных групп. Так, например, фенолопоглощение увеличивается при обработке угля кислотой. Но стоит учитывать, что не все модификации могут увеличить адсорбционные свойства угля. [6, 11]

Основная цель данной работы заключалась в определении эффективности очистки действующей технологии и технологии с внедрением угольных фильтров. В качестве фильтрующей загрузки были проверены марки углей (древесный активированный уголь и кокосовый уголь), которые обладают высокой пористостью и их применение экономически целесообразно.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- создание макетной лабораторной установки очистки,
- отбор природной воды из поверхностного источника,
- подготовка фильтрационной колонки, имитирующей механический фильтр,
- апробация макетной установки в различных режимах,
- анализ полученных результатов.

Для реализации поставленных задач была смоделирована установка очистки, которая включала: смеситель, отстойник, фильтрационная колонка. Макетная установка представляет собой уменьшенную модель реальной установки очистки в масштабе 1:40, выполненную из материала – органическое стекло. (рисунком 2) Для реализации процесса очистки необходим насос, который перекачивает отобранную речную воду из тары на установку. После запуска установки происходит дозирование химических реагентов (хлорная вода, коагулянт и флокулянт) с помощью микродозаторов.



Рисунок 2. Макетная установка технологии очистки воды

В смеситель подавался коагулянт алюминий хлор гидрат с дозой 40 мг/л (товарная форма). В камеру реакции подавался флокулянт Floram AN 905 PGW с дозой 0,15 мг/л. Время прохождения пути от подачи воды в смеситель до выхода из отстойника составляет 1,5 часа. После отстойника вода подается на фильтрационную колонку. Фильтрационная колонка представляет собой цилиндрический корпус с верхней подачей воды через сетчатый материал, для равномерного распределения воды по фильтрующему материалу. Внизу фильтра тоже установлен сетчатый материал, препятствующий выносу фильтрующего материала из зоны фильтрации. Вода на фильтрующую установку подается с помощью насоса. В эксперименте было использовано две последовательно соединенные фильтрационные колонки. В качестве фильтрующих загрузок был выбран уголь древесный активированный марки БАУ и кокосовый уголь.

На протяжении эксперимента отбирались пробы воды и анализировались по следующим показателям: цветность, общий органический и неорганический углерод, перманганатная окисляемость, цветность, спектр по методике SUVA 254 (диапазон 190-600 нм). UV-VIS – спектральный анализ проводился согласно методикам: «UV-1800 Shimadzu Spectrophotometer». Данная методика не входит в перечень государственных стандартов, а опирается на европейскую систему оценки SPECIFIC ULTRAVIOLET ABSORBANCE (SUVA) AND UV254. Для анализа использовался прибор Shimadzu UV-1800. [7,8,10]

Определение общего органического углерода проводилось согласно ГОСТ Р 52991-2008 «Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода», приводится методика определения содержания общего органического углерода в воде при помощи анализаторов углерода, принципом действия которых является каталитическое окисление находящихся в воде соединений углерода при высокой температуре. [9,12] Приборный метод определения общего (ТС), органического (ТОС), неорганического углерода (ТИС). Для измерения использовался прибор Elementar ТС.

Результаты эксперимента представлены в табличной форме. В таблице 1 представлены результаты эксперимента на макетной лабораторной установке с фильтрующей загрузкой древесный активированный уголь марки БАУ. По результатам эксперимента видно, что на стадии коагулирования и флокулирования снижаются все показатели, но незначительно. После первой фильтрационной колонки резко снижаются все показатели, на второй стадии фильтрации происходит доочистка (глубокое очищение).

В рамках данного эксперимента делаем вывод, что использование второй фильтрационной колонки не обязательно, так как снижение показателей до требуемых значений осуществляется уже после первой ступени.

Далее был апробирован кокосовый уголь в качестве фильтрующей загрузки. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 1

Результаты эффективности использования фильтрующей загрузки уголь марки БАУ

Вода	Цветность, град	Перманганатная ок., мгО ₂ /л	Общий углерод, мг/л			SUVA 254
			ТС	ТIC	ТОС	
Исходная вода	47±0,5	4,8±0,3	19,1±0,3	14,9±0,3	4,2±0,3	0,510
после коагуляции и флокуляции	40±0,4	4,4±0,3	17,1±0,3	14,3±0,3	2,8±0,3	0,400
после фильтрации через фильтр.кол 1	6±0,1	1,2±0,1	3,5±0,3	1,9±0,3	1,6±0,3	0,050
после фильтрации через фильтр.кол 2	3±0,05	0,6±0,05	3,5±0,3	3,4±0,3	0,1±0,3	0,010

Источник: Составлено автором на основании лабораторного анализа

Таблица 2

Результаты эффективности использования фильтрующей загрузки кокосовым углем

Вода	Цветность, град	Перманганатная ок., мгО ₂ /л	Общий углерод, мг/л			SUVA 254
			ТС	ТIC	ТОС	
Исходная вода	47±0,5	5,0±0,3	21,1±0,3	15,3±0,3	5,8±0,3	0,590
после коагуляции и флокуляции	38±0,4	4,2±0,3	16,0±0,3	12,3±0,3	3,7±0,3	0,470
после фильтрации через фильтр.кол 1	26±0,2	3,7±0,1	5,5±0,3	3,0±0,3	2,5±0,3	0,150
после фильтрации через фильтр.кол 2	16±0,2	3,5±0,1	5,5±0,3	3,4±0,3	2,1±0,3	0,110

Источник: Составлено автором на основании лабораторного анализа

По результатам эксперимента видно, что вторая стадия фильтрации на кокосовом угле значительно не улучшила степень очистки. Адсорбционная способность кокосового угля по отношению к органическим соединениям ниже чем у древесного угля марки БАУ.

По полученным результатам на макетной лабораторной установке четко видны изменения в содержании органических веществ после фильтрации на различных фильтрующих материалах. Среди угольных загрузок активированный древесный уголь снизил концентрацию органических веществ в большей степени, чем кокосовый. Это прослеживается как по показателю общий органического и неорганического углерод, а также по перманганатной окисляемости.

Применение угольных фильтров на станции очистки эффективно. Установка фильтров требует, как материальных вложений, так и времени на их монтаж. Порой данными ресурсами очистные станции не обладают, поэтому для таких случаев существует более экономичный вариант по улучшению качества питьевой воды. Данный метод заключается в дозировании порошкообразного угля в дозировке 10-30 мг/л, в зависимости от исходных показателей качества воды. Дозирование может быть осуществлено на водозаборных сооружениях в аванкамеру, либо перед механическими фильтрами. Точка дозирования и доза угольной пульпы должна подбираться экспериментально с подкреплением лабораторных анализов по определению показателей: цветность, перманганатная окисляемость, общий органический углерод, химическое потребление кислорода. Для проведения данного метода необходимо подбирать древесный активированный уголь с высокой адсорбционной способностью, не менее 225 мг/1г, адсорбционной активности по индикатору метиленовому голубому или метиленовому синему в миллиграммах на 1 г продукта. Применение данного метода позволит в короткие сроки улучшить показатели качества очищенной воды, а также минимизировать расходы на модернизацию технологии очистки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Климкина Н.В., Ехина Р.С., Выборнова М.С. и др. Гигиеническая оценка эффективности применения окислительно-сорбционного метода очистки хозяйственно-питьевой воды / Московский НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Экологические технологии, 1982, С. 29-32.
2. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Экологическая составляющая качества жизни населения / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. Т. 3. С. 325-328.
3. Круглова А.А. Применение активных углей для очистки воды от органических веществ / Актуальные проблемы внедрения энергоэффективных технологий в строительство и инженерные системы городского хозяйства, 2015 С.144-149.
4. Департамент жилищно-коммунального хозяйства, Методические рекомендации по применению озонирования и сорбционных методов в технологии очистки воды от загрязнений природного и антропогенного происхождения. – Москва, 1995.
5. Анализ современных технологий водоподготовки на ТЭС // Е.Н. Бушуев, Н.А. Еремина, А.В. Жадан // Вестник ИГЭУ, выпуск 1, 2013г.
6. Краснова Т.А., Беляева О.В., Кирсанов М.П. Использование активных углей в процессах водоподготовки и водоотведения / ISSN 2074-9414. Техника и технология пищевых производств. 2012, № 3, С. 1-10.
7. Canadian Water Quality Guidelines, Parameter-specific Background Information, Canadian Council of Research and Environment Ministers, 1996.
8. Федорова О.А., Кулакова И.И., Сотникова Ю.А. и др. Методы оптической спектроскопии. / Методическое пособие к задачам спецпрактикума кафедры химии нефти и органического катализа, Москва 2015. С. 117.
9. ГОСТ Р 52991-2008. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода.
10. V. A. Gerasimov, M. G. Nuriev and D. A. Gashigullin, "The Fiber-Optic Communication System in the Enterprise," 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2022, pp. 75-79, doi: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896375.
11. A. N. Khusnutdinov and M. G. Nuriev, "The Sound Pressure Level Meter," 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2022, pp. 63-68, doi: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896267.
12. Z. M. Gizatullin, M. S. Shkinderov and R. R. Mubarakov, "Experimental Studies of Building Access Control Systems Under the Influence of Electrostatic Discharge," 2022 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), Saint Petersburg, Russian Federation, 2022, pp. 1350-1353, doi: 10.1109/ElConRus54750.2022.9755777.

**INCREASING THE EFFICIENCY OF PURIFYING WATER OF DRINKING QUALITY
BY IMPLEMENTING THE SORPTION METHOD****Vlasova A.Yu., Shkinderova I.N., Savdur S.N.**

The problem of purifying natural water to drinking quality required by SanPiN is an urgent problem. Current cleaning technologies do not fully cope with the task, so their modernization is necessary. The paper presents experimental studies obtained on a simulated mock-up laboratory installation on a scale of 1:40. Carbon-loaded filters included in traditional cleaning technology have been tested. The effectiveness of filter materials (BAU grade wood activated carbon and coconut charcoal) was determined. Based on the results of the effectiveness assessment, a method is presented that can be implemented in a short time with minimal capital investment.

Keywords: purification station, adsorption, organic compounds, carbon filters.

Сведения об авторах:

Власова Алена Юрьевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомные и тепловые электрические станции», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

E-mail: vlasoaa@mail.ru

Шкиндерова Инна Николаевна

Преподаватель,

ГАПОУ «Международный центр компетенций – Казанский техникум информационных технологий и связи»

Савдур Светлана Николаевна

Доцент, кандидат технических наук кафедры «Биотехнологии, животноводства и химии», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

E-mail: savdur.svetlana@yandex.ru

УДК 615.07:616.322

DOI 10.58551/20728158_2023_10_16

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА РОДА SCUTELLARIA ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ПРИМЕСИ

Уранова Валерия Валерьевна,
Близняк Ольга Владимировна,
Ломтева Наталья Аркадьевна

На сегодняшний день различные виды лекарственных растений собирают в дикой природе, поэтому существует множество параметров, влияющих на химический состав растений, играющих важную роль в конечном качестве лекарственного препарата и, возможно, в любом риске, возникающем для пациента. С точки зрения безопасности, растительный материал, применяющийся как лекарственный препарат или биологически активная добавка к пище, не должны содержать недопустимых примесей и отвечать нормам допустимых. Растения рода Scutellaria являются перспективными для изучения их химического состава и возможных фармакологических свойств. Поэтому работа была направлена на проведение сравнительного анализа по показателю примеси дикорастущего и культивируемого растительного материала рода Scutellaria. Анализ показал, что в изучаемом сырье отсутствовали недопустимые примеси, а именно стекло, помет грызунов и птиц, части ядовитых растений. На основании проведенного исследования установили, что культивируемое сырье рода Scutellaria полностью отвечает требованиям Государственной фармакопеи IV по показателю примеси, тогда как дикорастущее не прошло проверку по содержанию примесей, включающих другие части растения, не соответствующие установленному описанию сырья.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, фитотерапия, примеси, Scutellaria, дикорастущие растения, культивируемое сырье.

Современная медицинская практика неразрывно связана с применением лекарственного растительного сырья в качестве компонента поддерживающей терапии для пациентов с сочетанными патологиями [1-2]. Данная тенденция актуальна, поскольку используемые в основной терапии комбинации синтетических лекарственных препаратов могут вызывать нежелательные побочные реакции за счёт активации патофизиологического каскада биохимических процессов, пагубно влияющих на организм человека [3-4]. В таких случаях считается разумным использование растительного сырья, которое не только возобновляет физические силы организма, но и ослабляет катаральные проявления побочных реакций [5]. При этом использование растительного сырья совмещено с рядом фармакологических и фармацевтических рисков, которые должны быть учтены специалистами при заготовке сырья и его назначении [6]. Установлено, что фармакологические риски обусловлены возможным фармакокинетическим взаимодействием основного синтетического препарата и растительного сырья, что существенно снижает эффективность используемой терапии [7]. Фармацевтические риски обусловлены недостаточно высоким качеством исходного материала, который содержит в своём составе примесные вещества, существенно влияющие на органолептические свойства и терапевтический эффект. Выявлено, что определяющими являются фармацевтические риски, поскольку они ставят под угрозу здоровье всех пациентов, а не определенной группы, обладающей высокой чувствительностью к компонентам растительного сырья [8]. Поэтому проведение исследований, направленных на определение качества растительного сырья и

безопасности его применения, является одной из основных задач современной фитотерапии. Согласно литературным данным, научные работы, направленные на реализацию данной задачи, позволяют обозначить особенности сбора дикорастущего сырья, культивирования и заготовки растительного материала, а также сформировать методологическую основу доказательной фитотерапии [9].

Примесными для растительного сырья являются органические остатки, не отобранные в ходе заготовки, и минеральные вещества, попадающие в готовое сырьё из-за недостаточной обработки и очистки культивируемых экземпляров [10]. Органические примеси представлены частями других не ядовитых и не сильнодействующих растений, наличие которых в конечной заготовке может привести к преждевременной порче сырья и снижению фармакологического эффекта [11]. Для различных семейств и ботанических родов существуют специфические условия хранения и заготовки, влияющие не только на дальнейшее произрастание, но и на безопасность применения. Эфирномасличные заготовки, ошибочно собранные вместе с другим сырьём, могут повлиять на органолептические свойства исходного сырья и вызвать сокращение объёмов заготовки [12]. Различные сроки хранения могут привести к преждевременному появлению плесени и гниения. Во избежание нежелательных результатов необходимо тщательно отбирать одновидовое растительное сырьё и на этапе заготовки проводить неоднократную проверку надлежащих практик [13].

К минеральным примесям, обнаруженным в сырьё, относят остатки земли, песок и камни. Для заготовки однородного растительного сырья, которое впоследствии будет использоваться в фильтр-пакетах или в измельченном состоянии, недопустимо их наличие. Определено, что присутствие данных веществ не только портит органолептические свойства, но и может стать причиной возникновения заболеваний, этиологическим фактором которых является микробное загрязнение почвы [14].

Готовый лекарственный продукт может быть загрязнен другими морфологическими частями растительного сырья, которые не содержат в своём составе действующих веществ. Фитотерапевтическое лечение базируется на использовании развески растительного сырья, необходимой для приготовления настоев, отваров и фито-чаёв. Если в готовом продукте будет наблюдаться наличие частей, не содержащих активное вещество, то при приеме пациент не получит необходимого разведения и желаемого лечения. При количественном определении выявляются части с максимальным содержанием необходимых групп биологически активных веществ, подлежащие дальнейшей заготовке и обработке [4-7].

Зафиксировано, что неотъемлемым технологическим процессом является предварительный отбор сырья, который позволяет определить побуревшие, почерневшие и выцветшие части заготавливаемых растительных компонентов. Такое сырьё является некачественным, поэтому не обладает необходимым количеством действующих веществ и должным фармакологическим эффектом. Появление подобных аномалий может быть связано с неправильным культивированием сырья, подбором почвы, освещения и интенсивности мелиорации [8-9].

Особенно тщательно необходимо подходить к определению качества неофициального или дикорастущего растительного сырья. Установлено, что дикорастущие растения, имеют склонность к аккумуляции тяжелых металлов, поскольку их произрастание не нормируется требованиями к чистоте почвы и воздуха, а также не учитывает их ботанические особенности. Современные стандарты фитотерапии ежегодно представляют инновационные лекарственные препараты, созданные из экстрактов неофициального сырья, подтверждая гипотезу о том, что растительный мир не исследован полностью и интеграция в его изучение новых технологий позволит популяризировать фитотерапию [1-3].

Соответствие растительного сырья заявленным параметрам качества гарантирует безопасность и эффективность используемой терапии. При заготовке, сушке и обработке сырья необходимо учитывать не только ботанические особенности, но и структурный состав действующих веществ, содержащихся в сырьё. Составление лекарственных сборов базируется на применении только совместимого сырья, свойства которого не влияют на фармакокинетические и фармакодинамические параметры организма и допускают использование дополнительных препаратов. В медицинской практике применение правильно составленной комбинации

растительных компонентов позволяет добиться наилучшего эффекта и совместимости с синтетическими препаратами [10].

Современная фармация заинтересована в поиске нового лекарственного сырья, комбинация действующих веществ которого позволит расширить базу фитотерапевтических препаратов, использующихся в медицинской практике. Для этого необходимо исследовать не только активность биологических веществ в их составе, но и убедиться в безопасности исследуемого сырья. К основным параметрам качества относятся определения: подлинности, измельченности и содержания примесей [11-12].

Установлено, что некоторые растения рода *Scutellaria* широко используются в традиционной и народной медицине в таких странах, как Северная Америка, Китай, Корея и большинстве европейских стран. Кроме того, новые исследования также подтвердили традиционное применение растений данного рода. Многочисленные результаты исследований растительного сырья рода *Scutellaria* показывают, что благодаря широкому спектру химических ингредиентов оно обладает разнообразным фармакологическим потенциалом, обуславливающим противомикробное, антиоксидантное, антифидантное, ингибирующее ферменты, противовоспалительное и обезболивающее действия. В настоящее время различные биоактивные ингредиенты рода *Scutellaria* исследуются на предмет различной биологической активности *in vitro* и *in vivo* [15-17].

Цель исследования. Провести сравнительный анализ по показателю примеси дикорастущего и культивируемого растительного материала рода *Scutellaria*.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужило растительное сырье *Scutellaria galericulata* и *Scutellaria baicalensis* 2022 года сбора, которое представляло собой смесь надземной и подземной частей. Анализируемый материал был получен методом культивирования (Астраханская область) и сбора в дикорастущего сырья (Республика Алтай). Работу по сбору и заготовке сырья осуществляли, следуя требованиям общей фармакопейной статьи (ОФС) 1.5.1.0001.15. Пробоотбор, пробоподготовку (ОФС 1.1.0005.15) и хранение (ОФС 1.1.0011.15) исследуемого материала выполняли на основании регламентирующей документации. Определение содержания примесей (%) в изучаемом сырье осуществляли путем взвешивания каждого вида примесей, используя аналитические весы Sartorius Talent TE. Работа проводилась на основании ОФС 1.5.3.0004.15.

Процентное содержание каждого вида примесей вычисляли по формуле:

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2}$$

m_1 – масса примеси, г; m_2 – масса навески растительного сырья, г [18].

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ результатов проведенного исследования в пяти повторениях показал, что минимальное содержание всех видов примесей характерно для культивированного сырья (табл. 1). В то время как дикорастущее сырье рода *Scutellaria* имело отклонение от нормы в примеси, которая содержала другие части растения. Полученный результат может быть связан с особенностью переопыления видов растений, влияющего на их генотип, а также одновременного произрастания на одной территории различных видов растений.

Таблица 1.

Содержание примесей в растительном сырье рода *Scutellaria*

Вид примеси	<i>Scutellaria galericulata</i>		<i>Scutellaria baicalensis</i>		Норма
	Д	К	Д	К	
Органическая примесь,%	0,89	0,45	0,95	0,40	Не более 1%
Минеральная примесь,%	0,85	0,53	0,95	0,49	Не более 1%
Части сырья, утратившие окраску,%	2,10	0,92	1,64	0,75	Не более 3%
Другие части растения, не соответствующие установленному описанию сырья,%	2,5▲	0,67	3,01▲	1,15	Не более 2%

Примечание: Д – дикорастущее растение, К – культивируемое растение.

Установили, что содержание органической примеси растительного материала рода *Scutellaria*, которое было в интервале 0,40-0,95% соответствовало допустимой норме не более 1%. Касательно минеральной примеси, содержащей в себе включения в виде песка и земли, определили интервал равный 0,49-0,95%, укладывающийся в допустимое значение. У дикорастущего сырья *Scutellaria galericulata* и *Scutellaria baicalensis* значительно превалировала примесь, состоящая из побуревших, почерневших, выцветших частей, однако она соответствовала условию не более 3%.

В ходе работы определили, что в изучаемом сырье отсутствовали недопустимые примеси, а именно стекло, помет грызунов и птиц, части ядовитых растений.

Таким образом, одну из лидирующих позиций на фармацевтическом рынке среди аптечного ассортимента занимает лекарственное растительное сырьё. Богатый химический состав, удобство в применении, натуральные растительные компоненты и мягкий терапевтический эффект делают данную группу одной из самых востребованных. Культивирование растений, используемых в медицинских целях, возрастает ежегодно, что свидетельствует о развитии фитотерапии как в области частного применения, так и в доказательной медицинской практике. Для активного использования растительного сырья необходимо убедиться в его эффективности и безопасности для его дальнейшего медицинского использования. На основании проведенного исследования установили, что культивированное сырьё рода *Scutellaria* полностью отвечает требованиям Государственной фармакопеи IV по показателю примеси, тогда как дикорастущее не прошло проверку по содержанию примеси, включающей другие части растения, не соответствующие установленному описанию сырья.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Элькаиб Х. Новая область применения флавоноидов лекарственных растений / Х. Элькаиб, В. Леонтьев // Наука и инновации. – 2018. – № 8(186). – С. 50-53.
2. Степанова А. Ю. Применение и биотехнологический способ получения сырья лекарственного растения – родиолы четырехраздельной / А. Ю. Степанова, Е. А. Гладков, А. И. Соловьева // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 66-70.
3. Рудь Н. К. Применение лекарственных растений / Н. К. Рудь, А. В. Мащенко, Ю. М. Несветаева // Инновационное развитие современной науки : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 14 марта 2015 года / Ответственный редактор: Сукиасян А.А.. Том Часть 2. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2015. – С. 123-125. –
4. Джатдоева Д. Т. Комплексная оценка применения лекарственных растений в современной медицине в зависимости от биоорганических процессов / Д. Т. Джатдоева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 9. – С. 113-119.
5. Применение эфиромасличных лекарственных растений в медицине / А. Н. Луферов, Н. В. Бобкова, Д. О. Боков [и др.] // Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений Евразийского экономического союза. – Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 62-75.
6. Алефилов А. Н. Перспективы применения лекарственных растений в супрессивной терапии опухолей щитовидной железы / А. Н. Алефилов, М. Н. Тарелкина, Н. К. Разумова // Паллиативная медицина и реабилитация. – 2006. – № 4. – С. 50-54.
7. Черятова Ю. С. Основные принципы применения лекарственных растений в фитобальнеологии / Ю. С. Черятова // Биосферное хозяйство: теория и практика. – 2023. – № 4(57). – С. 72-75. – EDN OJRNST.
8. Карпухин М. Ю. Побочные реакции и осложнения, связанные с применением лекарственных растений / М. Ю. Карпухин // Вестник биотехнологии. – 2020. – № 3(24). – С. 4.

9. Корепанов С. В. Применение лекарственных растений с иммуномодулирующими свойствами в онкологии / С. В. Корепанов, Т. Г. Опенко // Российский биотерапевтический журнал. – 2012. – Т. 11, № 4. – С. 15-20.
10. Применение лекарственных растений для комплексного лечения и профилактики воспалительных заболеваний пародонта // Стоматология для всех. – 2017. – № 2. – С. 38-39.
11. Убеева, И. П. Применение лекарственных растений, обладающих седативным действием в лечении заболеваний нервной системы / И. П. Убеева, Н. В. Верлан, С. М. Николаев // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. – 2017. – № 3. – С. 15-21.
12. Игамбердиева, П. К. Исследование содержания химических элементов в лекарственных растениях Южной Ферганы и перспективы применения их при лечении заболеваний / П. К. Игамбердиева, Е. А. Данилова, Н. С. Осинская // Микроэлементы в медицине. – 2016. – Т. 17, № 3. – С. 48-53. – DOI 10.19112/2413-6174-2016-17-3-48-53.
13. Эргашева, М. С. Применение лекарственных растений для лечения и профилактики желчнокаменной болезни / М. С. Эргашева, Р. Ю. Каттаханова, М. Т. Маматкулова // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2016. – № 5-2(13). – С. 80-82.
14. Горовой, П. Г. Возможности и перспективы использования лекарственных растений Российского Дальнего Востока / П. Г. Горовой, М. Е. Балышев // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2017. – № 3(69). – С. 5-14. – DOI 10.17238/Pmj1609-1175.2017.3.5-14.
15. Исследование флавоноидов корней *Scutellaria* / А. М. Каримов, А. С. Попков, Ю. В. Остроушко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – С. 89-94. – DOI 10.14258/jcprpm.2018043728.
16. Уранова В. В. Обзор антиоксидантной активности флавоноидов растительного сырья рода шлемник (*Scutellaria*) / В. В. Уранова, Н. А. Ломтева, О. В. Близняк // Естественные науки. – 2021. – № 4(5). – С. 27-35. – EDN BNRBLH.
17. Уранова В. В. Изучение содержания экстрактивных веществ растительного сырья *Scutellaria baicalensis* и *Scutellaria galericulata* в зависимости от морфологической части и возраста растений / В. В. Уранова, О. В. Близняк, Н. А. Ломтева // Вода: химия и экология. – 2023. – № 7. – С. 26-32. – DOI 10.58551/20728158_2023_7_26.
18. Государственная фармакопея XIV издание. – 2018. – Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>, свободный (дата обращения 12.01.2023).

DETERMINATION OF THE QUALITY OF PLANT MATERIAL OF THE GENUS SCUTELLARIA BY IMPURITY INDICATOR

Uranova V.V., Bliznyak O.V., Lomteva N.A.

*To date, various types of medicinal plants are harvested in the wild, so there are many parameters that affect the chemical composition of plants that play an important role in the final quality of the drug and, possibly, in any risk that arises for the patient. From the point of view of safety, vegetable material used as a medicinal product or biologically active food additive should not contain unacceptable impurities and meet the standards of permissible. Plants of the genus *Scutellaria* are promising for studying their chemical composition and possible pharmacological properties. Therefore, the work was aimed at conducting a comparative analysis of the impurity of wild and cultivated plant material of the genus *Scutellaria*. The analysis showed that there were no unacceptable impurities in the studied raw materials, namely glass, rodent and bird droppings, parts of poisonous plants. Based on the conducted research, it was established that the cultivated raw materials of the genus *Scutellaria* fully meet the requirements of the State Pharmacopoeia IV in terms of impurity, while the wild-growing did not pass the test for the content of impurities, including other parts of the plant that do not correspond to the established description of raw materials.*

Keywords: medicinal plant raw materials, phytotherapy, impurities, Scutellaria, wild plants, cultivated raw materials.

Сведения об авторах:

Уранова Валерия Валерьевна

Ассистент, ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

E-mail: fibi_cool@list.ru

Близняк Ольга Владимировна

Студентка, ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

E-mail: olhabliznyak@yandex.ru

Ломтева Наталья Аркадьевна

Д.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева»

E-mail: molecula01@yandex.ru

УДК 544.723.21:504.064.45

DOI 10.58551/20728158_2023_10_22

АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МИНЕРАЛЬНЫМИ СОРБЕНТАМИ

Фоменко Александра Ивановна

Проведен сравнительный анализ адсорбционных свойств по отношению к катионам железа(III) техногенного материала – золы, образующейся при сжигании твердого топлива (отходов переработки древесины), и взятого в качестве образца сравнения природного минерала шунгита Зажогинского месторождения, который используется в качестве фильтрующего материала в промышленном водоснабжении для обработки водопроводной воды. Экспериментально определены степень извлечения катионов железа(III) из водных растворов на представленных адсорбентах, площадь удельной поверхности, адсорбционная активность. Исследованы влияние на степень извлечения катионов железа(III) концентрации соли в исходном растворе, продолжительности контакта раствора с адсорбентом и других факторов. Показано, что в отношении катионов железа(III) зола обладает сопоставимыми показателями и без дополнительной обработки может быть рекомендована для очистки сточных вод.

Ключевые слова: адсорбция, зола древесная, природный минерал шунгит, катионы железа, адсорбционная активность, площадь удельной поверхности.

В настоящей работе исследовалась возможность удаления катионов железа из технологических и ливневых сточных вод. Повышенное содержание катионов железа в природных водах характерно для многих регионов. В природных водах катионы железа могут находиться в растворенной или коллоидной форме в зависимости от степени окисления (Fe^{2+} или Fe^{3+}) образуя различные соединения. Для очистки воды от соединений железа в зависимости от их концентрации и формы используют реагентные и безреагентные способы. Традиционные методы обезжелезивания воды основаны на окислении катионов двухвалентного железа до малорастворимых соединений трехвалентного железа с последующим их извлечением фильтрованием. Существующие технологии водоподготовки для питьевых и технологических целей с использованием традиционных реагентных методов обезжелезивания обсуждены во многих работах.

В настоящее время возрастает актуальность решения проблемы удаления катионов железа из природной воды источников хозяйственно-питьевого и промышленного назначения с использованием технологий, основанных на применении адсорбционно-фильтрующих материалов. Адсорбционная очистка воды от катионов железа является одним из наиболее эффективных методов, позволяющих удалить практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости. Адсорбционные методы в настоящее время широко применяются как в технологиях водоподготовки, так и для доочистки технологических и ливневых сточных вод. Эффективными в таком качестве с большой емкостью по катионам железа получили применение импортные фильтрующие каталитические материалы Agua-mandix и Pyrolox. Аналогом таких материалов является сорбционно-фильтрующий материал Гранаква (ООО Фрамат). Однако возможность широкого применения таких материалов для использования в качестве сорбционно-фильтрующей загрузки для очистки от катионов железа природной воды в системах водоподготовки небольшой производительности, что характерно для малочисленных населенных пунктов, а также технологических и ливневых сточных вод, ограничена их высокой стоимостью и малой доступностью для многих регионов.

Как известно из обзора литературных источников, перспективным направлением доведения природных вод, а также технологических и ливневых сточных вод до установленных нормативов качества, является разработка технологий, основанных на применении адсорбционно-фильтрующих загрузок с использованием доступных в регионе потребления минеральных адсорбентов природного происхождения. Основное преимущество использования местных природных адсорбентов в их доступности и невысокой стоимости, кроме того по сравнению с искусственно полученными фильтрующими материалами можно исключить необходимость регенерации. Из литературных источников известны работы по изучению адсорбционных свойств по отношению к катионам железа цеолитсодержащих пород [3], шунгита [8], опоки [6], доломита [9], глин [7] различных месторождений. Выбор адсорбента определяется требованиями к получаемой в результате очистки воды и ее целевым использованием, а также его доступностью в конкретном регионе.

Большие возможности решить проблему очистки сточных вод можно практически с минимальными затратами, используя материалы техногенного сырья, доступного в регионе производства и потребления адсорбента. Эти материалы отличаются дешевизной, что позволяет использовать их однократно и упростить эксплуатацию. Кроме того, при использовании адсорбентов на основе техногенного сырья дополнительно решается задача снижения техногенной нагрузки на природную среду путем сокращения объемов размещения таких материалов в отвалах и накопителях. Среди перспективных таких адсорбентов наибольшее распространение для очистки сточных вод находят кальций содержащие отходы и побочные продукты производства – шлаки металлургических производств [11], золошлаковые отходы предприятий теплоэнергетики [14] и др., что обусловлено их распространенностью и доступностью.

Целью данной работы являлось проведение сравнительного анализа адсорбционных свойств по отношению к катионам железа техногенного материала – золы, образующейся при сжигании древесного топлива, и взятого в качестве образца сравнения природного минерала шунгита, который используется в качестве фильтрующего материала в промышленном водоснабжении для обработки водопроводной воды.

Выбор техногенного материала обусловлен его доступностью на территориях многих регионов. Зола, образующаяся на тепловых электростанциях при сжигании древесины и отходов ее переработки (опилки, щепа, кора), являющихся типичным местным топливом в отрасли малой энергетики, накапливается в отвалах в огромных объемах (сотни млн. т) [14]. Общеизвестно, что зола, получаемая при сжигании древесного топлива, с давних времен используется как минеральное удобрение в сельском хозяйстве [2], [13]. В настоящее время достаточно интенсивно развиваются как традиционные направления использования зольных отходов термической переработки энергетического древесного сырья в качестве удобрения, эффективного и безопасного в экологическом аспекте, так и наукоемкие, связанные с получением высокотехнологичных сорбционных и строительных композитов. Основу химического состава золы, образующейся при сжигании древесины, составляют силикаты и карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов, содержащиеся в широком диапазоне концентраций в зависимости от вида сжигаемого топлива и различных технологий сжигания, а также различных фракций золы относительно общего ее содержания в топке. Из публикаций в научной литературе известно, что зола древесная по составу близка к неорганическим катионообменникам и является эффективным адсорбентом для извлечения из водных растворов биогенных элементов и тяжелых металлов [15].

Адсорбционные свойства различных типов минерала шунгита при их контакте с водными растворами по отношению ко многим неорганическим и органическим веществам изучены в работах [1], [4], [5], [8], [10], [12] и других исследователей. Как показано в этих работах, свойства шунгита определяются составом и структурой образующих его элементов. Природный минерал шунгит представляет собой многофазную систему, характеризующуюся содержанием минеральной компоненты, состоящей из кварцита и алюмосиликатов, и собственно шунгита. Шунгитовое вещество в составе шунгитовых пород представляет собой природный углерод-углеродный композит. По данным исследований [8] природный шунгит, уступая как сорбент низкой пористостью и удельной поверхностью активированному углю, характеризуется высокой

технологичностью, механической прочностью и малой истираемостью, обладает каталитической и бактерицидной активностью. Эти качества позволяют использовать шунгит в качестве эффективного материала сорбционного фильтра в водоподготовке и водоочистке, а также для очистки сточных вод.

В эксперименте были использованы образцы циклонной золы котельной, работающей на древесном топливе, и образцы природного шунгита месторождения Загогино (Карелия). Для исследования методом рассева с использованием стандартного набора сит были отобраны фракции зерен класса крупности 0,5–0,25 мм образцов золы и природного шунгита после его измельчения. Подготовленные одинакового класса крупности порошки материалов были исследованы по величине площади удельной поверхности и адсорбционной активности. Определение показателей проводили по стандартным методикам. Площадь удельной поверхности порошков была определена методом по адсорбции метиленового голубого. По величине объема раствора метиленового голубого, израсходованного на титрование суспензий до появления окрашенного голубого ореола вокруг капли пятна суспензии на фильтре «синяя лента», была рассчитана площадь удельной поверхности материала по формуле

$$S_{уд} = \frac{V \cdot C \cdot N \cdot A_m}{m \cdot M},$$

где V – объем раствора метиленового голубого, израсходованный на титрование, см^3 ; C – концентрация раствора метиленового голубого, $\text{мг}/\text{см}^3$; N – постоянная Авогадро; A_m – посадочная площадь, занимаемая одной молекулой адсорбированного метиленового голубого, м^2 ; m – масса навески материала, г; M – молярная масса метиленового голубого, $\text{г}/\text{моль}$.

Адсорбционная активность определена по отношению к стандартным адсорбтивам – йоду и красителю метиленовому голубому.

Адсорбционные свойства материалов по отношению к катионам железа определяли в статическом режиме при температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ из модельных растворов, приготовленных на дистиллированной воде, при соотношении твердой (Т) и жидкой (Ж) фаз 1:100. Для приготовления растворов был использован сульфат железа(III)-аммония $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Сульфат железа(III)-аммония хорошо растворяется в воде и катионы железа(III) находятся в растворенной форме. Растворы готовили в диапазоне концентраций катионов железа Fe^{3+} от $1\text{ мг}/\text{дм}^3$ до $8\text{ мг}/\text{дм}^3$. Растворы соли в контакте с сорбентом выдерживали в течение 1,5 ч и 24 ч. По истечении заданной продолжительности контакта раствора соли с адсорбентом, адсорбент отделяли от раствора фильтрованием через бумажный фильтр «синяя лента», в фильтрате определяли остаточную (равновесную) концентрацию катионов железа(III). Измерения концентрации катионов железа(III) в растворе проводили на фотоколориметре КФК-2МП при длине волны $\lambda = 490\text{ нм}$ с использованием кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 30 мм на фоне холостой пробы. Пределы допустимой погрешности при измерении $\pm 0,5\%$. Количество адсорбированных катионов железа(III) определяли по разности их концентраций в растворе до и после контакта раствора с адсорбентом по результатам трех измерений. По разности концентраций исходной C_0 ($\text{мг}/\text{дм}^3$) и остаточной C_τ ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в данный момент времени τ (ч-мин) рассчитывали степень извлечения катионов железа(III) из раствора $\alpha, \%$, по формуле

$$\alpha = \frac{(C_0 - C_\tau)}{C_0} \cdot 100$$

Значения величины pH исходных суспензий материалов, выдержанных в контакте с дистиллированной водой в течение 90 мин, измерены с использованием иономера И-130М. Погрешность метода $\pm 0,5\%$.

Основные физико-химические характеристики использованных в эксперименте образцов золы древесной и природного минерала шунгита приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические характеристики адсорбентов

Наименование материала	рН суспензии, ед. рН	Площадь удельной поверхности $S_{уд}$, м ² /г	Адсорбционная активность	
			по йоду A_I , %	по метиленовому голубому $A_{Mг}$, мг/г
зола древесная	13,12-13,20	3,84	34,29	6,807
природный шунгит	3,59-3,88	2,28	1,27	6,910

Измеренные значения рН в фильтрате суспензии при соотношении твердой и жидкой фаз 1:100 и площади удельной поверхности для использованного в эксперименте природного шунгита практически не отличаются от результатов, представленных в работе [10] для шунгита-III Зажогинского месторождения. Показано [10], что типичные физико-химические характеристики необработанных минералов этого типа шунгита фракции с размером частиц 0,1 – 0,2 мм определяются значениями: удельная поверхность порошка – 2 м²/г, рН водной суспензии – 3,4 ед. рН.

Рассчитанные значения адсорбционной активности по метиленовому голубому исследованных в эксперименте образцов золы древесной и природного минерала шунгита являются величинами одного порядка. Сопоставление данных адсорбционной активности по йоду позволяет заключить, что не сгоревшие частицы угля, содержащиеся в золе, также являются активным адсорбентом по отношению к малодиссоциирующим веществам. Такие свойства золы указывают на возможность применять ее для очистки загрязненных сточных вод от примесей различной природы.

В анализируемых растворах соли при продолжительности контакта с адсорбентом в течение 1,5 ч степень извлечения катионов железа(III) при использовании золы древесной составила более 96%, природного шунгита в пределах до 56,77%. При продолжительности контакта в течение 24 ч было установлено значительное повышение адсорбции при использовании зерен шунгита. Степень извлечения катионов железа(III) из раствора в этих условиях достигала от 92,07% до 95,14% (рисунок 1).

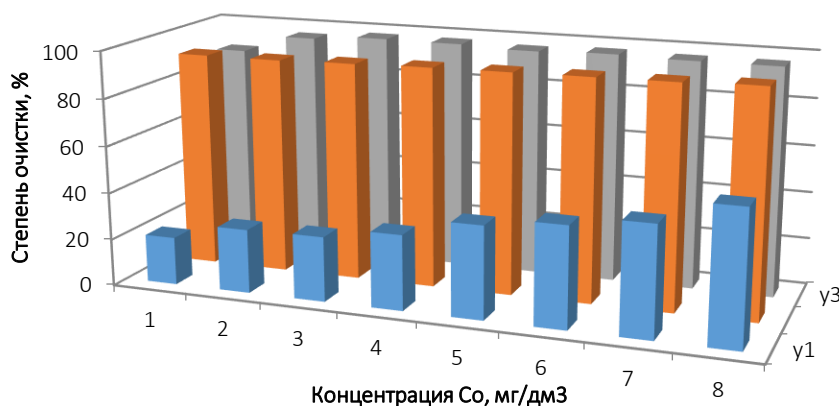


Рисунок 1. Изменение степени извлечения катионов железа(III) в зависимости от вида адсорбента, исходной концентрации и продолжительности адсорбции:
 y_1 - природный шунгит, 1,5 ч ; y_2 - природный шунгит, 24 ч ; y_3 - зола древесная, 1,5 ч

Сравнивая значения степени извлечения катионов железа(III) из раствора, полученные в опытах с природным шунгитом, совпадение данных настоящей работы с данными [1] можно считать очень хорошим. В работе [1] значения по этому показателю для природного шунгита фракции 1 – 2 мм установлены в пределах 25 – 37%.

Итоговые результаты позволяют сделать вывод о возможности использования золы древесной без какой-либо дополнительной обработки для очистки сточных вод от катионов железа. Полученные значения достигаемой степени извлечения катионов железа(III) из водных растворов не уступают аналогичным показателям известных технологий. Данный адсорбент может быть рекомендован для очистки как коммунальных сточных вод (среднее содержание катионов железа общего 0,8 мг/дм³), так и промышленных. Это могут быть сточные воды обогатительных фабрик (0,1-4 мг/дм³), разбавленные стоки цехов гальванопокрытий (до 12 мг/дм³), стоки цехов термической обработки в машиностроении (до 0,1мг/дм³) и других производств.

Таким образом, применение доступных зол тепловых электростанций для очистки сточных вод позволит расширить область их целевого использования и сократить объемы сброса техногенного материала в золоотвалы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Алексеев А.И., Чуркина О.С., Голубев П.В. Исследование химизма сорбции катионов железа(III) углеродсодержащими соединениями / Известия СПбГТИ(ТУ). 2016. № 36. С. 48–51.
2. Вильдбахер Н. Утилизация зол котельных, работающих на древесном топливе / Н. Вильдбахер. Минск. 2007. 28 с.
3. Гасанов М.А. Адсорбционная очистка артезианской воды от железа и марганца с использованием воздействий электрических зарядов // Пользуновский альманах. 2004. №4. С. 221–223.
4. Голуб С.Л., Ульянов А.В., Буряк А.К., Луговская И.Г., Ануфриева С.И., Дубинчук В.Т. Состав и сорбционные свойства шунгитового материала // Сорбционные и хроматографические процессы. 2006. Т. 6. № 5. С. 748–763.
5. Ефремова С.В. Очистка воды от различных загрязнителей шунгитовым сорбентом и биосорбентами, полученными на его основе //Журнал прикладной химии. 2006. Т. 79. № 3. С. 404 – 409.
6. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Исследование адсорбционных свойств некоторых природных сорбентов по отношению к катионам железа (III) // Вестник Башкирского университета. 2011. Т. 16. № 11. С. 25–28.
7. Кошелев А.В., Веденеева Н.В., Заматырина В.А., Тихомирова Е.И., Скиданов Е.В. Разработка технологии получения сорбентов на основе бентонитовых глин для систем очистки воды // Вода и экология: проблемы и решения. 2018. № 2(74). С. 32–39.
8. Мосин О.В. Новый природный минерал шунгит в водоподготовке //Сантехника. 2012. №3. С. 26–36.
9. Нефедьева Т.А., Калюкова Е.Н., Благовещенская Н.В. Сравнение сорбционных свойств нативного и термически модифицированного доломита по отношению к ионам железа // Сорбционные и хроматографические процессы. 2017. Т. 17. № 3. С. 429–435.
10. Полунина И.А., Гончарова И.С., Высоцкий В.В., Петухова Г.А., Полунин К.Е., Ульянов А.В., Буряк А.К. Модифицирование шунгитового материала для применения в сорбции и мембранной технологии // Сорбционные и хроматографические процессы. 2016. Т. 16. № 2. С. 234–240.
11. Сапон Е.Г., Марцуль В.Н. Использование сталеплавильного шлака в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от фосфатов // Природные ресурсы. 2015. № 1. С. 117–123.
12. Скоробогатов Г.А., Гончаров Г.Н., Ашмарова Ю.А. Ионообменные и адсорбционные свойства Карельских шунгитов, контактирующих с водой // Экологическая химия. 2012. № 21(1). С. 10–16.
13. Соловьев Л. П., Пронин В. А. Утилизация зольных отходов тепловых электростанций // Современные наукоемкие технологии. 2011. № 3. С. 40–42.
14. Худякова Л.И., Войлошников О.В. Решение проблемы утилизации золошлаковых отходов // Безопасность жизнедеятельности. 2016. № 3. С. 39–41.

15. Fomenko A.I., Sokolov L.I. A Study of Sorption of Phosphate Ions from Aqueous Solutions by Wood Ash // Russian Journal of Applied Chemistry. 2015. Vol. 88. No. 4. P. 652–656. DOI: 10.1134/S1070427215040175.

ADSORPTION OF IRON CATIONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY MINERAL SORBENTS

Fomenko A.I.

A comparative analysis of the adsorption properties with respect to iron(III) cations of a technogenic material – ash formed during the combustion of solid fuel (wood processing waste), and taken as a comparison sample of the natural mineral shungite of the Zazhoginsky deposit, which is used as a filter material in industrial water supply for the treatment of tap water. The degree of extraction of iron(III) cations from aqueous solutions on the presented adsorbents, specific surface area, adsorption activity were determined experimentally. The influence of the salt concentration in the initial solution, the duration of the contact of the solution with the adsorbent and other factors on the degree of extraction of iron(III) cations has been studied. It is shown that with respect to iron(III) cations, ash has comparable indicators and can be recommended for wastewater treatment without additional treatment.

Keywords: *adsorption, wood ash, natural mineral shungite, iron cations, adsorption activity, specific surface area.*

Сведения об авторах:

Фоменко Александра Ивановна
Доктор технических наук, профессор,
Вологодский государственный университет
E-mail: fomenko1212@inbox.ru

ЭКОЛОГИЯ

УДК 622

DOI 10.58551/20728158_2023_10_29

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРНОГО ДЕЛА В ЯКУТИИ

Андреев Дмитрий Васильевич,
Руфов Игнатий Иванович

Данная статья рассматривает важную проблему в области экологии и природопользования в регионе Якутия. Работа предоставляет обзор современных видов горного дела, их воздействие на природную среду, а также анализирует экологические меры, технологии и законодательство, направленные на уменьшение негативных последствий. Статья также рассматривает социальные и экономические аспекты горного дела в контексте регионального развития. Понимание экологических аспектов горного дела в Якутии является ключевым фактором для сбалансированного развития региона и сохранения его уникальной природной среды.

Ключевые слова: Якутия, экология, горное дело, добыча полезных ископаемых, загрязнение окружающей среды, устойчивое развитие, экологические меры, биоразнообразие.

Якутия, официально известная как Республика Саха (Якутия), является одним из самых крупных и экологически уникальных регионов в России. С ее разнообразными природными богатствами, включая алмазы, золото и другие полезные ископаемые, горнодобывающая отрасль в этом регионе имеет большое экономическое значение. Однако она также сталкивается с серьезными экологическими вызовами и рисками, которые могут оказать долгосрочное воздействие на природу, биоразнообразие, и социальную структуру региона.

Горнодобывающая отрасль в Якутии играет ключевую роль в экономике региона и представляет собой важную составляющую российской горнодобывающей промышленности. Якутия, официально известная как Республика Саха (Якутия), расположена в Сибирском регионе России и обладает богатыми природными ресурсами, включая полезные ископаемые. Якутия славится своими алмазными месторождениями, которые считаются одними из крупнейших в мире. В регионе активно разрабатываются алмазные кимберлитовые трубки, что приводит к добыче драгоценных и промышленных алмазов.

Якутия также богата золотыми месторождениями и месторождениями других металлов, таких как серебро, медь и цветные металлы. Это привлекает инвестиции и компании, специализирующиеся на добыче и обогащении металлических руд. В Якутии также разрабатываются и другие полезные ископаемые, такие как бокситы, железные руды, молибден и другие ресурсы.

Экономическая важность горнодобывающей отрасли для Якутии неоспорима, и она способствует созданию рабочих мест и увеличению доходов региона. Однако с этой деятельностью связаны серьезные экологические риски, включая загрязнение водных ресурсов, воздействие на окружающую среду и биоразнообразие, а также изменения в социокультурной среде. Эти аспекты требуют внимания и управления для обеспечения устойчивого развития и сохранения уникальной природы Якутии. Проблемы, связанные с горным делом и экологией, не ограничиваются Якутией и имеют глобальное значение. Стремление к более экологически чистым и устойчивым технологиям в горнодобывающей отрасли приводит к разработке новых методов и подходов, которые могут быть полезными и в других регионах [3, с. 673].

Экологические особенности Якутии делают этот регион уникальным и значительно влияют на вопросы природоохраны и устойчивого развития. Якутия находится в северо-восточной части России и имеет множество разнообразных природных ландшафтов, включая тундру, тайгу, тундровую тундру и горы. Климат региона является суровым, с холодными зимами и короткими летними сезонами. Данный регион обладает богатым биоразнообразием, включая редкие виды

растений и животных. Регион является домом для таких животных, как амурский тигр, амурский леопард, медведь, лоси и многие другие виды.

В Якутии существуют уникальные экосистемы, включая ледниковые озера, сибирские тайги и болота. Эти экосистемы играют важную роль в сохранении биоразнообразия и поддержании экологического равновесия. Регион богат водными ресурсами, включая реки Лена и Янгон, озера и подземные водные артерии. Они предоставляют важные водные пути и ресурсы для животных и растений. Как и другие арктические регионы, Якутия подвержена воздействию изменения климата, что может вызвать рост температур, оттаивание вечной мерзлоты и изменения в экосистемах и водных ресурсах. Добыча полезных ископаемых, включая алмазы, золото и уголь, оказывает влияние на экологию региона. Это включает в себя потенциальные угрозы для водных систем, почв и лесов.

В Якутии существует несколько видов горного дела, которые имеют важное экономическое значение для региона:

1. Алмазодобывающая промышленность: Якутия является одним из крупнейших мировых производителей алмазов. Регион богат алмазными месторождениями, включая кимберлитовые трубки, и добывает как драгоценные, так и промышленные алмазы. Эта отрасль играет важную роль в экономике Якутии и России в целом.

2. Добыча золота: Якутия также богата золотыми месторождениями. Добыча золота и его обогащение имеют большое экономическое значение, и регион является одним из ведущих по добыче золота в России.

3. Угольная промышленность: Якутия располагает крупными угольными месторождениями. Уголь является важным энергетическим ресурсом и используется как топливо для электростанций и других энергетических нужд.

4. Добыча металлов и минералов: Регион также разрабатывает другие полезные ископаемые, включая серебро, медь, железную руду, бокситы и многие другие ресурсы.

5. Добыча антрацита: Антрацит – это вид каменного угля, который используется в промышленности и энергетике. Якутия имеет крупные месторождения антрацита и экспортирует его за пределы региона.

Эти виды горного дела оказывают важное влияние на экономику Якутии, создавая рабочие места и способствуя росту регионального ВВП. Однако важно также учитывать экологические аспекты и социокультурные последствия этих видов деятельности и применять меры для минимизации негативного воздействия на окружающую среду и общество [4, с. 84].

Оценка экологических последствий горного дела в Якутии имеет важное значение для понимания воздействия этой отрасли на природную среду и для разработки мер по уменьшению негативных последствий.

Загрязнение водных ресурсов: Добыча и обработка полезных ископаемых могут вызвать загрязнение водных ресурсов, включая реки и озера. Это может происходить из-за выбросов химических веществ, образования отходов и изменения химического состава воды. Оценка водных систем важна для определения степени загрязнения и разработки мер по их защите.

Воздействие на почвы: Добыча руд и обогащение полезных ископаемых могут вызвать деградацию почв и уничтожение растительности. Это может повлечь за собой потерю плодородности и изменение экологической структуры.

Воздействие на воздушную среду: Горное дело может вызвать выбросы вредных веществ в атмосферу, такие как пыль, тяжелые металлы и др. Это оказывает воздействие на качество воздуха и может вызвать заболевания дыхательных путей у людей и животных.

Угрозы для флоры и фауны: Горное дело может вмешиваться в природные биологические процессы и стать угрозой для живых организмов, включая редкие виды растений и животных. Это требует оценки воздействия на биоразнообразие и принятия мер по его сохранению.

Управление отходами: Добыча полезных ископаемых генерирует большое количество отходов, включая горные породы и химические отходы. Необходимо оценить методы управления отходами, чтобы предотвратить их негативное воздействие на окружающую среду.

Оценка экологических последствий горного дела должна проводиться с учетом всех вышеперечисленных аспектов. Она является важным инструментом для разработки стратегий с

целью минимизации негативного воздействия, соблюдения экологических стандартов и обеспечения устойчивого развития горнодобывающей отрасли в Якутии [2, с. 56].

В решении экологических проблем, связанных с горным делом в Якутии, применяются различные практические решения и технологии. Вот некоторые из них:

Современные технологии добычи: Внедрение современных технологий и оборудования может помочь снизить негативное воздействие горного дела на окружающую среду. Например, использование более эффективных систем очистки и обогащения руд может сократить выбросы вредных веществ.

Эффективное управление отходами: Разработка методов управления отходами, включая их переработку и использование вторичных материалов, помогает уменьшить объем отходов и предотвратить загрязнение почвы и водных ресурсов.

Экологические инновации: Исследование и разработка новых технологий и инноваций в горнодобывающей промышленности может привести к более экологически чистым методам добычи и обработки полезных ископаемых.

Мониторинг и контроль: Установка систем мониторинга и контроля в регионе позволяет отслеживать воздействие горного дела на окружающую среду и быстро реагировать на возможные экологические проблемы.

Обучение и соблюдение стандартов: Обучение персонала и соблюдение экологических стандартов являются важными компонентами обеспечения экологической безопасности в горной промышленности.

Защита природных территорий: Определение и защита природных территорий и уникальных экосистем важны для сохранения биоразнообразия и уменьшения негативного воздействия горного дела на природу.

Экологические стандарты и требования: Регулирование горного дела с помощью экологических стандартов и требований может обеспечить соблюдение экологических норм и стимулировать внедрение более экологически безопасных методов добычи.

Применение этих практических решений и технологий позволяет совмещать горное дело с охраной окружающей среды и сохранением биоразнообразия в Якутии. Это помогает смягчить негативное воздействие этой отрасли и способствует устойчивому развитию региона [5, с. 105].

Социальные и экономические выгоды, а также экологические риски, связанные с горным делом в Якутии, представляют собой сложное взаимодействие, которое необходимо учитывать при разработке стратегий развития региона.

Социальные и экономические выгоды:

1. Рост экономики: Горное дело играет важную роль в экономике Якутии, обеспечивая рабочие места и способствуя увеличению регионального ВВП.

2. Занятость: Горное дело предоставляет рабочие места для местных жителей, что способствует снижению безработицы и обеспечивает доход для семей.

3. Инфраструктура и развитие: Развитие горного дела может привести к созданию новой инфраструктуры, включая дороги, железные дороги и энергетические объекты, что способствует развитию региона в целом.

4. Социокультурные аспекты: Горное дело может поддерживать социокультурные и образовательные программы, способствуя сохранению культурных традиций и поддержанию социального благополучия.

Экологические риски:

1. Загрязнение водных ресурсов: Горное дело может вызвать загрязнение рек и озер химическими веществами, что влечет угрозу для водных организмов и водопроводной системы.

2. Воздействие на почвы: Добыча и обогащение руд может вызвать ущерб почвам и потерю плодородности, что оказывает влияние на сельское хозяйство.

3. Загрязнение воздушной среды: Выбросы вредных веществ в атмосферу могут привести к заболеваниям дыхательных путей у местных жителей.

4. Угрозы для биоразнообразия: Воздействие горного дела на природу может стать угрозой для редких видов растений и животных, а также экосистем.

5. Социальные конфликты: возникают социальные конфликты, связанные с земельными правами, правами коренных народов и влиянием горного дела на общество.

Соблюдение баланса между социальными и экономическими выгодами и экологическими рисками является ключевым аспектом устойчивого развития горного дела в Якутии. Это требует комплексного подхода, включая строгие экологические нормы и стандарты, инновационные технологии и обязательное участие общественности, чтобы обеспечить сохранение природной среды и социальное благополучие в регионе [1, с. 98].

В заключение можно отметить, что горное дело в Якутии представляет собой двойственную отрасль, которая приносит как социальные и экономические выгоды, так и экологические риски. Этот регион богат полезными ископаемыми, такими как алмазы, золото и уголь, и горнодобывающая промышленность играет важную роль в экономике Якутии, обеспечивая рабочие места и способствуя росту региона.

Однако с этой деятельностью связаны серьезные экологические риски, включая загрязнение водных ресурсов, почв, воздушной среды и угрозы для биоразнообразия. Воздействие горного дела также ощущается на социальном уровне, включая вопросы земельных прав, соблюдение прав коренных народов и социальные конфликты.

Для обеспечения устойчивого развития Якутии необходимо применять современные технологии и инновации, строгие экологические стандарты и меры управления отходами, а также обязательное участие общественности. Это поможет минимизировать экологические риски и обеспечить соблюдение баланса между социальными и экономическими выгодами и сохранением природной среды.

Решение экологических аспектов горного дела в Якутии требует совместных усилий правительства, компаний, научных исследователей и общественности. Это важное задание, так как понимание и соблюдение экологических аспектов горного дела помогут обеспечить долгосрочное устойчивое развитие этого уникального региона.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Лузин Б. С. Экономические проблемы золотодобывающей промышленности / Б. С. Лузин; Моск. гос. горный ун-т. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МГГУ, 2022. – 191 с.
2. Открытые горные работы в XXI веке: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., МВДЦ "Сибирь", Красноярск, 4-7 октября 2011 г. / гл. ред. Л. В. Борщ-Компониец. – [Б. м.]: [б. и.], 2021. – 308 с.
3. Самойлова Г.С., Горячко М.Д. и др. Якутия / председ. Ю.С. Осипов и др., отв. ред. С.Л. Кравец. – Большая Российская Энциклопедия (в 30 т.). – Москва: Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 2021. – Т. 35. Шервуд – Яя. – С. 673–683.
4. Степанова, Н. А. Основные факторы инновационного развития Республики Саха (Якутия) / Н. А. Степанова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 3 (3). – С. 84-94.
5. Турсунов, Б. Д. Анализ и выявление путей совершенствования процессов горного дела / Б. Д. Турсунов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 23 (127). – С. 105-106.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF MINING IN YAKUTIA

Andreev D.V., Rufov I.I.

This article examines an important problem in the field of ecology and nature management in the Yakutia region. The work provides an overview of modern types of mining, their impact on the natural environment, as well as analyzes environmental measures, technologies and legislation aimed at reducing negative consequences. The article also examines the social and economic aspects of mining in the context of regional development. Understanding the environmental aspects of mining in Yakutia is a key factor for the balanced development of the region and the preservation of its unique natural environment.

Keywords: Yakutia, ecology, mining, mining, environmental pollution, sustainable development, environmental measures, biodiversity.

Сведения об авторах:

Андреев Дмитрий Васильевич

Старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность»,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Руфов Игнатий Иванович

Студент, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

УДК: 626.812

DOI 10.58551/20728158_2023_10_34

ВЛИЯНИЕ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ПАРТИЗАНСКАЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Арефьева Ольга Дмитриевна,
Миткина Прасковья Игоревна,
Петин Владислав Станиславович

При ликвидации «мокрым» способом происходит выход шахтных вод на поверхность. Существенному негативному воздействию подвержены малые реки из-за невысокой степени их самоочищения. Цель настоящего исследования – оценка влияния ликвидированных шахт на загрязнение бассейна реки Партизанская Приморского края. Объектами исследования являлись поверхностные водные объекты, находящиеся в промышленных зонах ликвидированных угольных шахт Партизанского каменноугольного бассейна Приморского края. Отбор проб вод был проведен по сезонам (осень-зима, весна-лето) в 2015–2019 гг. из поверхностных водных объектов бассейна р. Партизанская. Всего апробирован 41 створ. Анализ экологического состояния водных объектов бассейна реки Партизанская показал, что рассматриваемые поверхностные воды являлись нейтральными (рН 7,2–7,7), умеренно жёсткими (2,4–5,2 °Ж) со средней минерализацией (139–266 мг/л). Пробы, отобранные из р. Чёрной, р. Тигровой и ручья Ольховый, отличались от других исследуемых поверхностных водных объектов повышенной минерализацией (664–1129 мг/л). По содержанию металлов наиболее загрязнёнными поверхностными объектами были р. Чёрная (4,5 ПДКр/х(Fe), 16,6 ПДКр/х(Li), 1,5 ПДКр/х(Al)) и ручей Ольховый (3,6 ПДКр/х(Fe), 7,4 ПДКр/х(Li), 2,4 ПДКр/х(Al)). Основной причиной загрязнения поверхностных вод являлось их смешивание с техногенными водами ликвидированных угольных шахт.

Ключевые слова: ликвидированные угольные шахты, малые реки, гидрохимические показатели, катионы металлов, загрязнение.

Одной из наиболее серьезных экологических проблем на сегодняшний день является охрана водных ресурсов от техногенного загрязнения. Традиционно угольная промышленность относится к одной из самых проблемных среди производственных отраслей, вносящих свой вклад в осложнение экологической ситуации [1-3]. В результате загрязнения большинства компонентов природной среды углепромышленных территорий происходит трансформация гидрогеологических и гидрогеохимических процессов, которые усиливаются в период реструктуризации и закрытия нерентабельных угольных предприятий [4-6].

Анализ литературных данных и результаты собственных исследований показали, что величина загрязнения поверхностных водных объектов определяется объемами изливаемых шахтных вод. При ликвидации «мокрым» способом происходит выход шахтных вод на поверхность. Это приводит к активному влиянию шахт на гидрогеологические условия прилегающих территорий. Сбрасываются такие воды непосредственно в поверхностные водные источники, находящиеся в зонах влияния ликвидированных угольных шахт [7-9].

Существенному негативному воздействию подвержены малые реки, главным образом, из-за невысокой степени самоочищения [10]. Вместе с тем следует подчеркнуть, что именно малые реки формируют общие водные ресурсы, водный и гидрохимический режимы средних и крупных рек, определяя их экологическую специфику. На долю малых рек из общего числа водотоков нашей страны приходится около 95% [11].

Проблема негативного влияния ликвидированных угольных шахт на реки существует в различных районах России: Кемеровской [12] и Ростовской областях [13], Якутии [14] и Пермском крае [15].

Гидрохимические исследования, проведённые в Приморском крае, показали, что техногенные воды ликвидированных угольных шахт Партизанского каменноугольного бассейна – высокоминерализованные, щелочные с концентрацией железа до 29 ПДК для питьевых вод. Содержание катионов цинка, лития и марганца превышало установленные нормативы для водоёмов хозяйственно-питьевого назначения [16, 17].

Контроль за гидрохимическим состоянием бассейна р. Партизанской ЦМС ФГБУ «Приморское УГМС» проводит 2 раза в год (в зимне-весенний и летне-осенний периоды) на р. Малые Мельники, р. Партизанская (2 створа) и р. Постышевка. Химико-экологическое состояние р. Малые Мельники за 2014-2018 гг. было достаточно стабильным, отмечались высокие концентрации железа и алюминия. Река Постышевка характеризовалась высоким содержанием железа и алюминия. Гидрохимический анализ р. Партизанская показал, что пробы воды, отобранные выше п. Углекаменск, имели достаточно высокие значения ХПК, превышающие установленные нормативы для водоёмов рыбохозяйственного назначения.

Для комплексной оценки состояния водных ресурсов Партизанского каменноугольного бассейна необходимо более полное обследование его главной р. Партизанской и её притоков (малых рек). Поэтому цель настоящего исследования – оценить влияние ликвидированных шахт на загрязнение бассейна реки Партизанская Приморского края.

Объектами исследования были поверхностные водные объекты, находящиеся в промышленных зонах ликвидированных угольных шахт Партизанского каменноугольного бассейна Приморского края. Отбор проб вод проведён по сезонам (осень-зима, весна-лето) в 2015–2019 гг. из поверхностных водных объектов бассейна р. Партизанская. Всего был апробирован 41 створ (рис. 1).

Река Партизанская находится на юге Приморья. Берёт начало с гор Пржевальского – южного отрога хребта Сихотэ-Алинь. Впадает в залив Находка Японского моря. Пробы на р. Партизанской были отобраны на 5 участках: створ № 1 (в истоке, д. Слинкино), створ № 2 (с. Фроловка), створ № 3 (с. Новицкое), створ № 4 (с. Перетино) и створ № 5 (устье реки).

В бассейне реки Партизанская были обследованы малые реки – притоки реки Партизанская: р. Тигровая (створ № 6, створ № 7, створ № 8 – 1 км ниже очистных ш. «Углекаменская», створ № 9 – в месте впадения в р. Партизанская), р. Алексеевка (створы № 10 до № 13 вниз по течению), р. Таёжная (створы № 14 до № 18 вниз по течению), р. Постышевка (створ № 25, створ № 26 – в месте впадения ручья Ольхового), р. Кедровая створ (створы № 32 до № 34 вниз по течению), р. Ольга (створы № 35 до № 39 вниз по течению).

В черте г. Партизанска пробы воды были взяты на р. Каменка (створы № 19–21), р. Чёрная (створы № 29–31), о. Порода (створ № 40); ручье, впадающем в о. Порода (створ № 41); ручье Оленьем (створ № 22–24), ручье Ольховом (створ № 27, створ № 28 – в районе ш. «Нагорная») (рис. 1).

Исследование химического состава водных источников водоснабжения проводили по основным гидрохимическим показателям по утвержденным методикам. В исследуемых водах определяли цветность (ГОСТ 31868-2012); мутность (ГОСТ Р 57164-2016); сухой и прокаленный остаток (ГОСТ 18164-72); водородный показатель (РД 52.24.495-2017); перманганатную окисляемость (ГОСТ Р 55684-2013); общую жесткость, содержание ионов кальция и магния (ГОСТ 31954-2012); общую щелочность (ГОСТ 31957-2012); содержание хлорид-ионов (ГОСТ 4245-72); содержание сульфат-ионов (ГОСТ 31940-2012); общее железо (ПНД Ф 14.1;2.50-96).

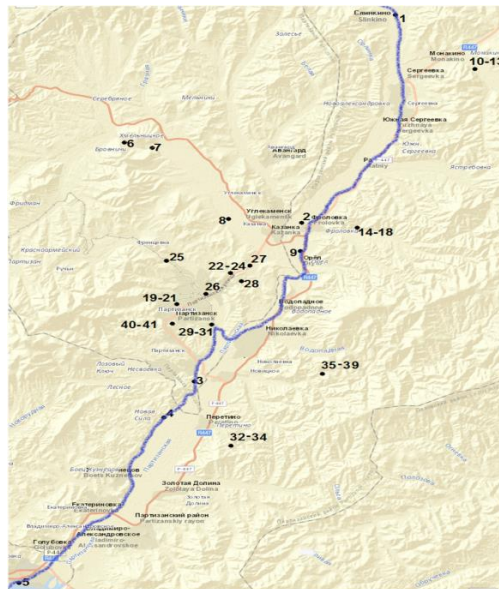


Рисунок 1. Местонахождение объектов исследования бассейна р. Партизанской

Содержание катионов металлов (Al, Ba, Ca, Co, Cr, Pb, Cu, Li, Ni, Sr, Mn, Zn) устанавливали методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре параллельного действия с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 (Shimadzu, Япония).

Изучение химического состава р. Партизанской показало, что исследуемые воды были низкоминерализованными (49 мг/л), мягкими (3 °Ж), с повышенной перманганатной окисляемостью (45 мгО/л), мутностью (4 мг/л) и со средним показателем цветности (26 град). Практически все показатели качества проб р. Партизанской соответствовали нормативам водных объектов рыбохозяйственного значения за исключением содержания железа в створе № 4, расположенном в районе с. Перетино (рис. 2).

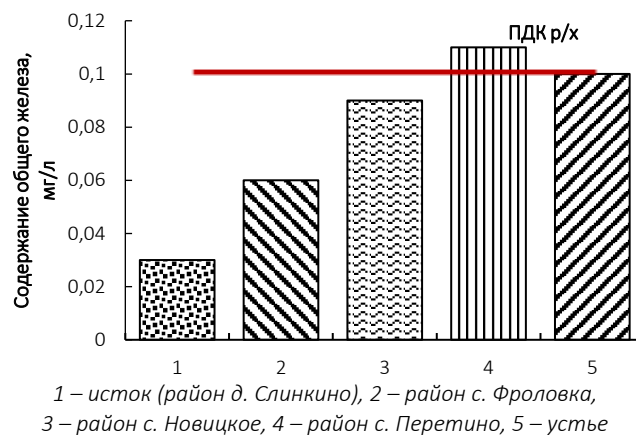


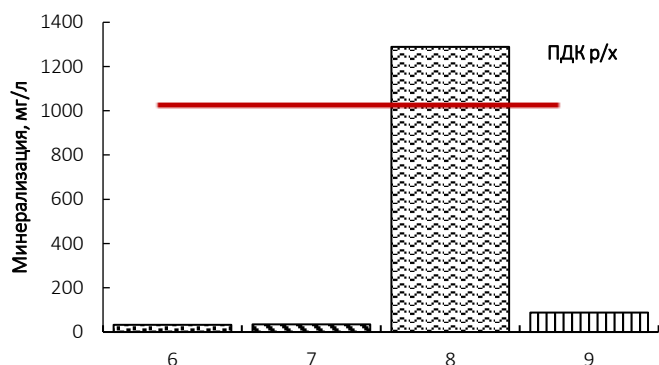
Рисунок 2. Содержание общего железа в пробах воды р. Партизанской

Присутствие железа в районе с. Перетино (1,1 ПДК_{р/х}) обусловлено техногенными факторами. На участке № 4 в р. Партизанскую впадает ключ Лозовый, в который осуществляется сброс сточных вод с отстойников золоотвала Партизанской ГРЭС, что оказывает опосредованное влияние на р. Партизанская. Кроме этого, высокая концентрация железа в створах № 3–5 обусловлена влиянием техногенных вод ликвидированных шахт. На участках №1 и № 2 количество катионов железа – низкое, т.к. они расположены до основного влияния ликвидированных угольных шахт Партизанского каменноугольного бассейна.

Результаты аналитических определений основных гидрохимических показателей р. Тигровой показали, что воды исследуемого водного объекта в целом являлись нейтральными (рН~7,6), мягкими (2,3 °Ж), со средним показателем цветности (19 град), с повышенной мутностью

(5 мг/л) и перманганатной окисляемостью (15 мгО/л). Исключение составил створ № 8, расположенный ниже очистных сооружений ликвидированной шахты «Углекаменская». Пробы воды на данном участке были щелочными, имели среднюю жёсткость, высокую щёлочность и минерализацию (рис. 3). Такие значения показателей на данном участке связаны с тем, что проба воды была отобрана в точке сброса техногенных вод ликвидированной угольной шахты «Углекаменская».

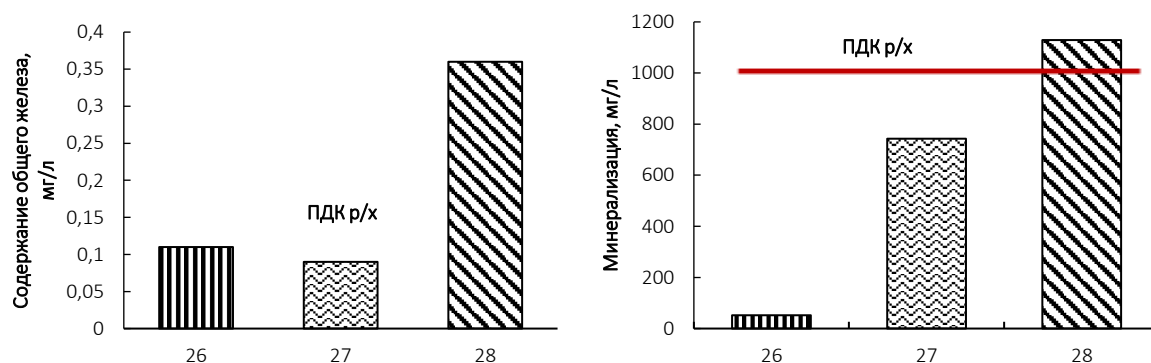
Воды в реках Ольга, Кедровая, Алексеевка и Таёжная соответствовали нормативам качества водных объектов рыбохозяйственного значения.



6 – выше с. Бровничи на 10 км, 7 – 100 метров выше моста с Бровничи, 8 – 1 км ниже очистных сооружений шахты Углекаменской, 9 – ниже по течению

Рисунок 3. Минерализация в пробах воды реки Тигровая

Изучение водных объектов в черте г. Партизанска показало следующее. Воды ручья Ольховый – мягкие (33 °Ж), цветные (94 град), с высокой минерализацией (1129 мг/л), повышенной перманганатной окисляемостью (11 мгО/л), а также содержанием железа (0,36 мг/л). На левом берегу руч. Ольхового находятся очистные сооружения ликвидированной шахты «Нагорная». Сбрасываются очищенные шахтные воды в руч. Ольховый, и, несмотря на их очистку, в ручье преобладает шахтный тип вод. Максимальная концентрация железа составила 3,6 ПДКр/х (створ № 28), тогда как в р. Постышевке в 3 раза ниже (створ № 26). Следует также отметить, что в руч. Ольховом минерализация в 20 раз выше по сравнению с водами р. Постышевка (рис. 4). Полученные результаты свидетельствуют о длительном воздействии на ручей Ольховый высокоминерализованных техногенных вод, сбрасываемых с очистных сооружений шахты «Нагорная».



26 – в месте падения ручья Ольхового в р. Постышевку, 27 – ниже по течению ручья, 28 – в районе шахты «Нагорная»

Рисунок 4. Содержание общего железа и минерализация в пробах воды ручья Ольхового

Река Каменка отличается от всех исследуемых водных объектов более низким значением рН – от 5,7 до 6,5.

Река Чёрная имела повышенные показатели цветности (26 град), мутности (5 мг/л), перманганатной окисляемости (38 мгО/л) и минерализации (664 мг/л). Содержание общего железа превышено в створе № 29 (4,5 ПДК_{р/х}). Река Чёрная являлась самой загрязнённой из исследуемых в связи с тем, что на неё оказывают влияние техногенные воды шахт «Центральная» и «Глубокая», а также в неё идёт сток поверхностных вод г. Партизанска.

В пробах воды руч. Оленьего (створы № 22–24) и р. Постышевка (створы № 25–26) содержание железа превысило нормативные значения и составило 3 ПДК_{р/х} и 1,2 ПДК_{р/х} соответственно.

Озеро Порода (створ № 40) является искусственным озером, находящимся в центре г. Партизанска. В пробах данного водного объекта можно отметить высокие показатели цветности (49 град) и мутности (9 мг/л).

Помимо общего гидрохимического анализа в поверхностных водах было определено содержание катионов металлов. Проведённое исследование показало, что катионы кадмия, кобальта, свинца и никеля не были идентифицированы в исследуемых поверхностных водных объектах. Но можно отметить превышение нормативов в поверхностных водах по алюминию (1,2–2,4 ПДК_{р/х}). Кроме этого, наблюдались высокие концентрации лития в р. Чёрной (16,5 ПДК_{р/х}) и руч. Ольховом (7,4 ПДК_{р/х}). В целом по содержанию металлов наиболее загрязнёнными поверхностными водными объектами явились р. Чёрная и ручей Ольховый.

Таким образом, исследование поверхностных водных объектов Партизанского каменноугольного бассейна показало, что они являлись нейтральными (рН 7,2-7,7), умеренно жёсткими (2,4-5,2 °Ж) со средней минерализацией (139-266 мг/л). Выделены наиболее загрязнённые водные объекты по минерализации и содержанию железа показателям: реки Тигровая ($C_{\text{солей}}=1289$ мг/л), Чёрная ($C_{\text{солей}}=664$ мг/л и 4,5 ПДК_{р/х}(Fe)), ручей Ольховый ($C_{\text{солей}}=1129$ мг/л и 3,6 ПДК_{р/х}(Fe)) и ручей Олений (3 ПДК_{р/х}(Fe)). Наиболее благополучным можно считать состояние водных экосистем во всех створах наблюдений рек Алексеевка, Таёжная, Ольга. Также была установлена тенденция по загрязнению водных источников катионами алюминия (1,2-2,4 ПДК_{р/х}), и р. Чёрной и ручья Ольхового – катионами лития (16,6 ПДК_{р/х} и 7,4 ПДК_{р/х} соответственно).

Причиной повышенной минерализации и загрязнённости катионами железа, алюминия и лития поверхностных вод являлись техногенные воды ликвидированных шахт Партизанского каменноугольного бассейна, образующиеся в процессе фильтрации сквозь угольные пласты. При смешивании обогащённых техногенных вод с поверхностными происходит миграция загрязняющих веществ, что является причиной их загрязнения. Состав углей рассматриваемых угольных месторождений Партизанского каменноугольного бассейна характеризуется большим количеством минеральных включений, что является причиной их повышенной зольности.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Воробьёв А.Е., Побыванец В.С., Абдулатипов Ж.Ю., Чекушина Е.В., Роман А., Синченко А.В. Исследование и оценка воздействия угольной шахты на окружающую среду // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2011. № 4. С. 75-79.
2. Пашкевич М.А., Паршина М.В. Анализ экологической опасности объектов угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2007. № 10. С. 305-312.
3. Закруткин В.Е., Решетняк О.С., Бабаян Г.Г., Гибков Е.В., Саакян Г.А., Решетняк В.Н. Современный химический состав и тенденции пространственно-временной изменчивости качества речных вод Восточного Донбасса // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 194. № 2. С. 101-109.
4. Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И. Научно-методические основы планирования экологически безопасных мероприятий по ликвидации угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 1. С. 138-145.
5. Головки И.В. Проблемы влияния на природную среду массового затопления угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2004. № 6. С. 148-150.

6. Кураков Ю.И., Кухтин В.Н., Суворов В.Г. Влияние закрытия шахт на окружающую среду шахтерских городов и поселков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2004. № 4. С. 123-124.
7. Лисутина Л.А., Ганичева Л.З., Павлов А.В. Оценка состояния природных объектов Восточного Донбасса // Инженерный вестник Дона. 2012. Т. 21. № 3. С. 833-835.
8. Молев М.Д., Меркулова М.А. Управление экологической безопасностью региона на стадии ликвидации угольных шахт // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 7. С. 56-62.
9. Закруткин В.Е., Гибков Е.В., Складенко Г.Ю., Решетняк О.С. Сравнительная оценка качества поверхностных и подземных вод Восточного Донбасса по гидрохимическим показателям // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2016. Т. 190. № 2. С. 91-99.
10. Бабаян Г.Г., Закруткин В.Е., Решетняк О.С., Саакян Г.А. Гидрохимические особенности рек Армении в зависимости от высотной зональности ландшафтов и типов природопользования в их бассейнах // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 194. № 2. С. 75-83.
11. Удалов И.В. Особенности техногенного загрязнения грунтов редкими элементами (на примере Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса) // Экологический вестник Северного Кавказа. 2014. Т. 10. № 3. С. 79-84.
12. Ковалевская Н.П. Биогеохимический потенциал микробиологических барьеров в формировании качества воды рек Кизеловского угольного бассейна // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-19. С. 4203-4208.
13. Решетняк О.С., Закруткин В.Е., Гибков Е.В. Микроэлементы в речных водах Восточного Донбасса // Геоэкологические проблемы углепромышленных территорий: сборник трудов научной конференции с международным участием; октябрь 21-23, 2015; Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2015. С. 283-295.
14. Ноговицын Д.Д., Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Гидрологическое и гидрохимическое состояния поверхностных вод зоны влияния Эльгинского угольного месторождения // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. С. 461(1)-461(8).
15. Кириллов В.В., Жоров А.А., Безматерных Д.М., Бурмистрова О.С., Винокурова Г.В., Долматова Л.А., Дьяченко А.В., Зарубина Е.Ю., Котовщиков А.В., Соколова М.И., Медникова Г.М., Трошкова И.А., Эйрих А.Н., Эйрих С.С. Эволюция природно-технической системы гидроотвала угольного разреза в бассейне реки Иня (Кузбасс) // Проблемы недропользования. 2017. Т. 13. № 2. С. 75-83.
16. Арефьева О.Д., Грущакова Н.В., Гриненко Е.Ф. Оценка качества водных объектов промышленных зон ликвидированных угольных шахт Партизанского каменноугольного бассейна Приморского края // Вода: химия и экология. 2018. № 10-12. С. 3-10.
17. Арефьева О.Д., Грущакова Н.В. Оценка влияния техногенных вод на почву в промышленных зонах ликвидированных предприятий угледобычи Приморского края // Вода: химия и экология. 2016. № 7. С. 86-93.

THE IMPACT OF ABANDONED MINES ON THE POLLUTION OF THE PARTIZANSKAYA RIVER BASIN OF PRIMORSKY KRAI

Arefieva O.D., Mitkina P.I., Petin V.S.

During mine abandonment by a “wet” method, mine water comes out to the surface. Small rivers are subject to a significant negative impact due to a low degree of self-purification. The purpose of this study is to assess the effect of abandoned mines on pollution of the Partizanskaya river basin of Primorsky Krai. Objects of the research were surface water bodies located in industrial areas of abandoned coal mines of Partizansky coal basin of Primorsky Krai. Water sampling was carried out by season (fall-winter, spring-summer) in 2015–2019 from surface water bodies of the Partizanskaya river basin. A total of 41

targets were tested. Analysis of environmental state of the water bodies of the Partizanskaya river basin showed that surface waters under consideration were neutral (pH 7.2–7.7), moderately hard (2.4–5.2 dH) with average salinity (139–266 mg/L). Samples taken from the river Chernaya, river Tigrovaya and creek Olkhovy differed from other researched surface water bodies by increased mineralization (664–1129 mg/L). By a content of metals for fishery water, the most polluted surface objects were river Chernaya (4.5 MPC(Fe), 16.6 MPC(Li), 1.5 MPC(Al)) and creek Olkhovy (3.6 MPC(Fe), 7.4 MPC(Li), 2.4 MPC(Al)). The main cause of surface water pollution was their mixing with technogenic waters of abandoned coal mines.

Keywords: abandoned coal mines, small rivers, hydrochemical indicators, metal cations, pollution.

Сведения об авторах:

Арефьева Ольга Дмитриевна

Доктор химических наук, Дальневосточный федеральный университет,

ORCID: 0000-0001-8001-4370

E-mail: arefeva.od@dvfu.ru

Миткина Прасковья Игоревна

Студент, Дальневосточный федеральный университет

ORCID: 0009-0007-0407-3011

E-mail: mitkina.pi@dvfu.ru

Петин Владислав Станиславович

Студент, Дальневосточный федеральный университет

ORCID: 0009-0008-1054-6775

E-mail: petin.vs@dvfu.ru

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ Г. ИШИМБАЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Газетдинов Ришат Ринатович,
Салиева Екатерина Эдуардовна

Статья посвящена экологическим проблемам загрязнения почв промышленных зон урбанизированных территорий. При оценке состояния почвенного покрова важно определить ее кислотно-основные характеристики и содержание ряда тяжелых металлов. Данные показатели позволяют оценить степень техногенного воздействия и уровень деградации почв. Нами исследованы отдельные аналитические показатели почв, испытывающих техногенное воздействие, на примере промышленной зоны г. Ишимбай Республики Башкортостан. Установлены водородный показатель, валовые содержания и концентрации свинца, кадмия, цинка, меди, никеля и хрома. Выявлены повышенные содержания в почве отдельных тяжелых металлов и ее подщелачивание, что свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на обследованной территории. В образцах почвы естественного ландшафта содержание рассматриваемых элементов и водородный показатель не превышают установленные нормы.

Ключевые слова: экология, почва, водородный показатель, тяжелые металлы, экологическая оценка, Ишимбай.

Охрана окружающей среды, закрепленная различного уровня законодательными документами, может осуществляться лишь при получении достоверной и полной информации о состоянии природных объектов и изучении динамики изменения их состояния. [1,2]

Практическую важность представляет оценка состояния всех трех сред – воздуха, воды и почвы. Однако изучение состояния почв занимает особое место, так как именно она является средой, аккумулирующей загрязняющие соединения и токсиканты. За счет круговорота веществ в природе из почвы происходит их перенос как в воздух, так и в воду. В целом, устойчивость экологической системы к антропогенному загрязняющему фактору определяется в основном почвенным покровом. [3, 4]

Исследования, направленные на выявление уровня загрязнения почвенного покрова промышленных территорий, а также разработка путей решения проблем загрязнения почв, имеют особую актуальность. [5-7]

При эколого-аналитической оценке состояния почвенного покрова важно определить ее кислотно-основные характеристики и содержание определенного перечня загрязнителей, включающего, как правило, ряд тяжелых металлов и некоторые органические соединения. Данные показатели позволяют оценить степень техногенного воздействия и уровень деградации почв. [8-9]

Данная работа посвящена исследованию кислотно-основных характеристик и накопления тяжелых металлов в почве г. Ишимбай Республики Башкортостан, испытывающей техногенное воздействие промышленных предприятий.

Город Ишимбай – это административный центр Ишимбайского района Республики Башкортостан. Расположен в правобережье среднего течения реки Белой в 160 км к югу от г. Уфы. Территория представляет собой предгорную полосу западных склонов Южного Урала. На территории Ишимбайского района находится Ярбишкадакское месторождение каменной соли, на основе которого производится соль, и пять месторождений нефти. Современное промышленное производство города представлено предприятиями машиностроительной,

нефтяной, легкой, химической и пищевой отраслей. На экологическую обстановку наибольшее влияние оказывает машиностроительная промышленность, в частности Ишимбайский машиностроительный завод. [10]

Для отбора проб почвы выбраны 4 азимутальных направления от Ишимбайского машиностроительного завода в зонах радиусом 0-3 км, площадь исследования составила около 30 кв.км. Для определения условного фонового уровня выбрана местность естественного ландшафта в 25 км к северо-востоку от начальной точки исследования.

Пробоотбор и пробоподготовка производились в июне-июле 2023 года согласно требованиям соответствующих регламентирующих документов. [11-13]

Кисотно-основные свойства почвы определялись согласно стандартизированной методики, утвержденной ЦИНАО. Измерения значений водородного показателя проведены на рН-метре ИТ рН-150МИ. [14].

Валовое содержание тяжелых металлов и концентрации их подвижных форм определены методом атомно-абсорбционной спектроскопии в соответствии с методиками, утвержденными ЦИНАО. [15]

Для всех измерений допускаемые отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле определены при вероятности $P = 0,95$.

Лабораторные анализы выполнены в лаборатории экологического мониторинга и физико-химического анализа объектов окружающей среды Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий.

При изучении кислотно-основных характеристик почвы определение водородного показателя позволяет установить степень деградации почв. Можно отметить, что водородный показатель анализируемых образцов почв имеет тенденцию к смещению в нейтральную и слабощелочную среду. Распределение образцов, отобранных на различных частях исследуемой территории, имеющих диапазон значений рН в интервале от 6,62 до 7,71 (таблица 1), свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на почву, так как для зоны расположения г. Ишимбай характерно фоновое значение рН от 4,12 до 6,72 при среднем значении рН = 5,5. [16]

Можно отметить, что значения рН почвенной вытяжки промышленной зоны наиболее высоки и в нижнем, и в верхнем слое, при относительно невысокой вариативности признака.

Таблица 1

Значение водородного показателя почвы

Зона	Слой, см	рН ± ΔрН
Промышленная	0-5	7,62 ± 0,09
	5-20	7,68 ± 0,11
Естественный ландшафт	0-5	5,22 ± 0,25
	5-20	5,61 ± 0,25

На большей части исследованной территории почва имеет нейтральную среду, переходящую в слабощелочную. Чем ближе застройка промышленными объектами, тем более высокое значение рН. Практически везде на глубине около 30 см встречаются остатки строительного мусора, скрытого верхним привозным или насыпным слоем грунта. Именно этот слой почвы образует карбонатный буфер, вызывая понижение кислотности почвы. Также при формировании почвенного покрова оказывают влияние техногенные факторы, например, оседание технической пыли с преимущественно щелочной средой, строительная пыль и отходы производства.

Кислотно-основная буферная емкость является важным свойством почв, которая обуславливает экологические функции, поддерживая постоянство почвенной экосистемы при влиянии внешних факторов.

Для изучения этого показателя проводилась оценка изменения реакции почвенных образцов при прибавлении раствора соляной кислоты или щелочи. Количественной характеристикой являлось количество ммоль ионов H^+ и OH^- , требуемых до достижения рН

почвенной суспензии 3,5 и 8,5 в пересчете на 1 кг почвы. Предельные показатели pH (3,5 и 8,5), характерные для деградированных почв, взяты из литературных данных. [17]

По результатам определения кислотной буферной емкости необходимо отметить, что в почвенном покрове промышленной зоны наблюдается высокая буферная емкость, где количество соляной кислоты, ушедшее на изменение pH почвенной суспензии до 3,5, составляло не менее 85,5 ммоль/кг и доходило до значения 150 ммоль/кг (таблица 2).

Таблица 2

Поглощение ионов H⁺ в различных диапазонах pH, ммоль/кг почвы

Зона	Слой, см	C (HCl), ммоль/кг
Промышленная	0-5	150,0 ± 0,5
	5-20	85,5 ± 0,4
Естественный ландшафт	0-5	90,5 ± 0,5
	5-20	38,5 ± 0,4

Потребление соляной кислоты для нейтрализации происходило активно в диапазоне pH 5,0-7,5, что связано с участием в реакции карбонатной буферной системы почвы и специфических органических веществ гумуса. В слое почвы 0-5 см всегда наблюдаются более высокие значения буферной емкости, чем в слое 5-20 см, что связано с более высоким содержанием органических соединений в верхнем слое почвы, а также нейтрализующим влиянием пыли, накапливающейся на поверхности.

В почве естественного ландшафта наблюдается меньшая буферная емкость, на уровне поглощения 90 ммоль H⁺/кг. Основное поглощение ионов H⁺ происходит в области pH 1,0-3,0, где реакция нейтрализации происходит за счет оксидов и гидроксидов алюминия и железа.

Оценка эффективности нейтрализации кислоты рассчитана через показатель, названный «остаточная кислотность», который отражает процент приращения содержания ионов H⁺ в почвенной суспензии в зависимости от количества прибавленной соляной кислоты. Результаты исследования показывают существенное изменение эффективности поглощения ионов H⁺ при различной величине pH.

Таблица 3

Остаточная кислотность почвенной вытяжки при добавлении кислоты, % от добавленного количества 0,1 н HCl

Зона	Слой, см	Диапазон pH						
		8-7	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1
Промышленная	0-5	0,0015	0,0029	0,0169	6,88	-	-	-
	5-20	-	0,0288	0,1038	0,64	6,12	51,38	-
Естественный ландшафт	0-5	-	0,015	0,078	1,05	15,67	21,21	-
	5-20	-	0,021	0,111	0,978	9,01	22,46	39,23

При анализе результатов можно отметить, что наблюдается тенденция к снижению эффективности поглощения ионов H⁺ при смещении в более кислую среду. При значениях pH в диапазоне 5-8 величина остаточной кислотности находится в порядке 10⁻³ – 10⁻⁴%, а при области значений pH 1,0-4,0 остаточная кислотность принимает значения до десятков процентов (таблица 3).

Таким образом, можно отметить, что почвенные процессы оказывают существенное влияние на буферную емкость почвы. Наибольшее влияние на ограничение подкисления почвы имеют растворение карбонатных солей, содержащихся в почве и образующих карбонатную буферную систему; процессы катионного обмена с органическими кислотами гумуса; протонирование карбоксильных групп почвенных фульвокислот и анионов карбоновых кислот с небольшими молекулярными массами.

Результаты исследований щелочной буферной емкости почвы коррелируют с результатами, полученными при кислотном воздействии, что объясняется одинаковым механизмом нейтрализации щелочного и кислотного действия почвенным буфером. В целом можно отметить, что исходная высокая кислотность почвы обуславливает повышенное буферное противодействие подщелачиванию.

Таблица 4

Поглощение ионов OH^- в различных диапазонах pH, ммоль/кг почвы

Зона	Слой, см	$\text{C}(\text{OH}^-)$, ммоль/кг
Промышленная	0-5	120,5 ± 0,5
	5-20	92,9 ± 0,4
Естественный ландшафт	0-5	29,3 ± 0,5
	5-20	15,1 ± 0,4

При анализе полученных результатов, можно отметить, что достижение критического для почвы значения $\text{pH} \geq 8,5$ происходит при следующих показателях:

– для слоя 0-5 см образцов промышленной зоны требуется до 120 ммоль $\text{OH}^-/\text{кг}$ и для слоя 5-20 см – до 93 ммоль $\text{OH}^-/\text{кг}$; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон $\text{pH} 7,0-10,0$;

– в зоне естественного ландшафта – 29,3 и 15,1 ммоль $\text{OH}^-/\text{кг}$; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон $\text{pH} 9,0-13,0$ (таблица 4).

Отмечено, что большая исходная кислотность почвенной суспензии, определяет большее количество пошедшей на нейтрализацию щелочи.

Оценка эффективности нейтрализации щелочи рассчитана через остаточную щелочность, которая отражает процент приращения содержания ионов OH^- в почвенной суспензии в зависимости от количества прибавленного гидроксида натрия. Результаты исследования показывают существенное изменение эффективности поглощения ионов OH^- при различной величине pH (таблица 5). Эффективная щелочная буферная емкость (так же, как и кислотная буферность) снижается с увеличением величины pH . В диапазоне среды ниже 7,0 (нейтральная и кислая среды) остаточная щелочность почвенной суспензии составляет до 10⁻⁵%, а слабощелочной и щелочной среде показатель вырастает до десятков процентов.

Таблица 5

Остаточная щелочность почвенной вытяжки при добавлении щелочи, % от добавленного количества 0,1 н NaOH

Зона	Слой, см	Диапазон pH						
		6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
Промышленная	0-5	0,0012	0,0037	0,025	-	-	-	-
	5-20	0,0015	0,0051	0,051	0,08	-	-	-
Естественный ландшафт	0-5	0,0195	0,0211	0,069	0,91	11,06	25,1	-
	5-20	0,1739	0,1801	0,191	0,79	10,19	39,1	34,85

Можно предположить, что основным фактором, влияющим на буферность почв, являются качественный и количественный состав органических компонентов, и возможно, поступление щелочных веществ с пылью и атмосферными осадками.

Практически всегда почвенный покров промышленных территорий имеет тенденцию к подщелачиванию (тем более кислых почв). Как правило, почвенный pH находится в диапазоне значений 6,0-9,0, так как пылевидные загрязнители и строительный мусор содержат большое количество карбонат-ионов, которые образуют почвенный карбонатный буфер, препятствующий дальнейшему увеличению pH среды. Однако, в промышленных и транспортных зонах вероятно избыточное поступление щелочных соединений и наблюдается повышение pH более 9,0.

Промышленные территории претерпевают существенные изменения концентраций ионов тяжелых металлов в почвенном слое и водах (включая придонные отложения). Основная тенденция трансформации геохимической обстановки – это аккумуляция и миграция этих элементов, обусловленная как естественными, так и антропогенными факторами. Самым неблагоприятным фактором накопления тяжелых металлов является техногенное загрязнение за счет деятельности производственных предприятий и транспорта.

Нами определены показатели валового содержания и концентрации подвижных форм наиболее опасных тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr), предельные уровни содержания которых нормируются СанПиН 1.2.3685-21 и контролируется Росгидрометом в Российской Федерации, в том числе и Республике Башкортостан. [7,18]

Свинец можно считать неспецифическим загрязнителем, имеющим наибольшую аккумуляцию в функциональных зонах деятельности человека. В образцах исследуемой почвы наблюдается повышенное содержание свинца (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Pb), нормируемым СанПиН 1.2.3685-21, даже с учетом фонового уровня почвенных форм свинца, характерных для естественных почв исследуемого региона (таблица 6).

Таблица 6

Содержание свинца в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	65,3 ± 6,5
	5-20	67,8 ± 7,9
Естественный ландшафт	0-5	8,1 ± 1,5
	5-20	4,0 ± 1,0
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	32,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	16,8 ± 2,7
	5-20	16,5 ± 2,7
Естественный ландшафт	0-5	4,5 ± 1,3
	5-20	1,6 ± 0,5
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	6,0

Промышленная зона, как и предполагалось, характеризуется наибольшей аккумуляцией свинца. Источниками поступления его в почву является как сами производства, так и транспортные средства. Валовое содержание свинца в слоях почвы 0-5 и 5-20 см превышает ПДК немного больше чем в 2 раза, а среднее валовое содержание в верхнем слое почвы даже за вычетом фонового уровня в 1,8 раза. Содержание подвижных форм свинца в обоих слоях почвы практически одинаково и превышает нормы ПДК соответственно в 2,8 раза. Доля подвижных форм относительно валового содержания составляет 26%. Также можно отметить, что различия накопления свинца между слоями почвы 0-5 и 5-20 см в отдельных функциональных зонах незначительны.

Кадмий – это один из наиболее опасных металлических токсикантов современности. В образцах исследуемой почвы не наблюдается значительного повышения содержания кадмия (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ОДК(Cd), нормируемым СанПиН 1.2.3685-21, как с учетом, так и без учета фонового уровня почвенных форм кадмия, характерных для естественных почв исследуемого региона (таблица 7).

Таблица 7

Содержание кадмия в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	0,26 ± 0,05

	5-20	0,29 ± 0,07
Естественный ландшафт	0-5	0,23 ± 0,04
	5-20	0,15 ± 0,04
ОДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	1,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	0,17 ± 0,04
	5-20	0,22 ± 0,06
Естественный ландшафт	0-5	0,08 ± 0,01
	5-20	0,06 ± 0,01
ОДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	1,0

Результаты исследования образцов почв на содержание кадмия показали его низкое относительное содержание, в целом можно отметить, что техногенный и природный фон различаются несущественно.

Валовое содержание кадмия, как и концентрации подвижных его форм, в почве естественного ландшафта и промышленной зоны значительно ниже ОДК. Можно сделать заключение, что кадмий не представляет загрязняющей угрозы в исследованной территории; аккумуляции кадмия до критических уровней не обнаружено. По сравнению со свинцом, оценка подвижности кадмия, не представляет особой ценности и актуальности, так как при текущих концентрациях его подвижные формы не создают экологической опасности для экосистемы.

Цинк входит в группу металлов первого класса опасности. Избыточное поступление цинка в растительные и животные организмы вызывает токсическое действие. В образцах исследуемой почвы обнаружено значительное содержание цинка (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Zn), нормируемым СанПиН 1.2.3685-21, даже с учетом фонового уровня почвенных форм цинка, характерных для естественных почв исследуемого региона (таблица 8).

Таблица 8

Содержание цинка в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	227,1 ± 35,0
	5-20	177,2 ± 28,5
Естественный ландшафт	0-5	20,2 ± 3,7
	5-20	16,2 ± 3,9
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	100,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	100,5 ± 18,8
	5-20	75,8 ± 13,3
Естественный ландшафт	0-5	1,2 ± 0,4
	5-20	1,9 ± 0,6
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	23,0

По результатам исследований можно отметить, что в почвах промышленных территорий происходит наибольшая аккумуляция цинка. Валовое его содержание превышает уровень ПДК в слоях 0-5 и 5-20 см в 2,2 и 1,7 раза, соответственно. При анализе содержания подвижных форм цинка выявлено превышение норм ПДК в 4,4 и 3,3 раза в соответствующих слоях почвы. Данные свидетельствуют о явном техногенном поступлении и аккумуляции элемента в почве. Вероятными источниками избыточного загрязнения цинком могут выступать промышленные площадки литейного и прокатного производства, металлолом и сточные воды.

В образцах почв естественного ландшафта содержание валовое и подвижных форм цинка имеет незначительный уровень и в несколько раз меньше норм ПДК.

Таким образом, выявлено, что подвижность цинка на исследуемой территории коррелирует с данными, полученными для свинца и незначительно ниже значений для кадмия. При этом повышенное валовое содержание цинка в зонах повышенного промышленного загрязнения несущественно влияет на подвижность элемента.

Медь является элементом второго класса опасности. Анализ образцов почвы исследуемой территории также выявил участки с повышенным загрязнением медью. В отдельных пробах почвы обнаружено значительное содержание меди (как валовое, так и подвижных форм), превышающее ПДК(Cu), нормируемым СанПиН 1.2.3685-21, с учетом фонового уровня почвенных форм меди, характерных для естественных почв исследуемого региона (таблица 9).

Таблица 9

Содержание меди в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	63,2 ± 6,9
	5-20	56,2 ± 5,8
Естественный ландшафт	0-5	5,0 ± 0,9
	5-20	3,2 ± 0,8
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	55,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	11,2 ± 1,9
	5-20	11,0 ± 1,6
Естественный ландшафт	0-5	0,6 ± 0,1
	5-20	0,5 ± 0,1
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	3,0

По результатам исследований можно отметить, что наибольшее загрязнение почвы медью происходит в промышленной зоне, где превышение норм ПДК (Cu) по валовому содержанию составляет 1,2 и 1,1 раза в слоях 0-5 и 5-20 см соответственно, а по содержанию подвижных форм элемента превышение в 3,7 и 3,6 раза соответственно слоям. Приоритетными загрязнителями промышленной зоны, вероятно, выступают литейное и прокатное производство, которые дают шлаки и отходы, содержащие медь и другие металлы. Также возможно загрязнение при временном хранении и транспортировке готовой продукции, отходов производства и со сточными водами.

Почва зоны естественного ландшафта содержит низкие концентрации меди, характерные для данного региона. Как валовое содержание, так и подвижные формы обнаружены в количествах существенно ниже норм ПДК.

При анализе данных, полученных по подвижности меди, замечено, что по сравнению с другими изучаемыми элементами, буферный раствор извлекает гораздо более низкие количества металла. Относительный уровень подвижности меди, составляющий 5-15% подтверждает наличие антропогенного влияния, а также переход соединений в малоподвижные формы.

Никель является элементом второй группы опасности, и при этом необходим как микроэлемент для растений и животных (входит в состав ферментов, участвует в регуляции метаболизма и т.д.). В почвах исследуемой территории нельзя выделить никель как приоритетный загрязнитель, несмотря на то, что в промышленной зоне выявлено повышенное его содержание. В отдельных пробах почвы обнаружено превышение норм никеля (как валовое, так и подвижных форм) относительно ОДК(Ni), нормируемым СанПиН 1.2.3685-21, с учетом фонового уровня почвенных форм никеля, характерных для естественных почв исследуемого региона (таблица 10).

Таблица 10

Содержание никеля в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	39,9 ± 4,7
	5-20	29,8 ± 3,6
Естественный ландшафт	0-5	6,5 ± 1,5
	5-20	4,3 ± 0,7
ОДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	20,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	6,1 ± 1,1
	5-20	4,0 ± 0,8
Естественный ландшафт	0-5	0,5 ± 0,1
	5-20	0,4 ± 0,1
ОДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	4,0

Анализ данных исследования показывает, что в образцах почв промышленной зоны превышение норм ОДК валового содержания никеля составляет 2,0 и 1,5 раза в слоях 0-5 и 5-20 см соответственно. Подвижных форм содержится значительно меньше, так в слое 0-5 см превышение ОДК в 1,5 раза, в слое 5-20 см концентрации никеля в пределах нормы.

Изучение подвижности ионов никеля показало его близость к подвижности ионов меди. Также существует корреляция уровня подвижных форм никеля от степени техногенного воздействия на почву. В целом загрязнение никелем в почвах изученной территории можно считать незначительным.

Хром относится к элементам второй группы опасности. Однако на уровень его токсичности в почвах (как и для большинства других тяжелых металлов) влияют содержание конкретных реакционных его форм. При анализе результатов исследований по содержанию хрома в образцах почвы необходимо отметить, что нормативы валового содержания хрома достаточно высокие ПДК (Cr) 100 мг/кг, для подвижных форм принята ПДК (Cr) 6,0 мг/кг. В исследуемых образцах превышения норм ПДК не обнаружено (таблица 11).

Таблица 11

Содержание хрома в почве, мг/кг

Зона	Слой, см	Массовая доля, мг/кг
Валовое содержание		
Промышленная	0-5	30,1 ± 3,9
	5-20	25,2 ± 3,6
Естественный ландшафт	0-5	7,7 ± 1,9
	5-20	3,9 ± 0,8
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	100,0
Подвижные формы		
Промышленная	0-5	1,8 ± 0,5
	5-20	1,6 ± 0,5
Естественный ландшафт	0-5	0,4 ± 0,1
	5-20	0,4 ± 0,1
ПДК по СанПиН 1.2.3685-21	-	6,0

В почвах промышленной зоны и в естественном ландшафте в обоих слоях почвы валовое содержание и концентрации подвижных форм хрома в несколько раз ниже норм ПДК. В целом можно утверждать, что загрязнение хромом отсутствует. Вероятно, это связано со слабой

эмиссией соединений хрома от производственных объектов завода, либо с незначительным использованием хромосодержащих металлов и реагентов в производстве.

Проанализировав и обобщив результаты исследований состояния почвы на предмет загрязнения тяжелыми металлами можно отметить, что уровень накопления отдельных тяжелых металлов в почвенном покрове до слоя глубиной 20 см убывает в ряду: $Zn > Pb > Cu > Ni > Cd > Cr$.

Как и предполагалось, наибольшую интенсивность загрязнения обнаружили в почвах, испытывающих влияние промышленной территории, а в почве естественного ландшафта содержание рассматриваемых элементов ниже в несколько раз (в основном не превышает нормы ПДК и ОДК).

За пределами промышленной зоны валовое содержание и концентрации подвижных форм данных элементов существенно падает, что позволяет утверждать, что аэральный разброс металлических загрязнителей незначительное, и обусловлено их присутствием в пылевидной фракции, оседающей на небольшом расстоянии от источника загрязнения.

Уровень содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове глубиной до 20 см зависит от их физико-химических свойств, валового содержания и химической реакционной способности их соединений.

Аммонийно-ацетатная буферная система с pH 4,8, стандартно используемая для извлечения подвижных форм металлов, извлекает из исследуемых образцов почвы тяжелые металлы с убыванием их содержания в следующем ряду: $Cd \gg Pb = Zn > Cu = Ni > Cr$.

Подвижность тяжелых металлов в первую очередь обусловлена функциональным использованием земельных территорий и степенью загрязнения конкретными элементами. Наиболее высокая подвижность найдена для соединений кадмия и цинка в почвах промышленной зоны.

Промышленные выбросы, отходы производства и строительства – это основные источники поступления тяжелых металлов как загрязнителей окружающей среды на исследованных территориях.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, – 2002. – 334 с.
2. Сомова, Ю.В. Снижение техногенной нагрузки на окружающую среду / Ю. В. Сомова, П. А. Алексеева, Д. Швабехер, Д. А. Куц // Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки. – 2022. – № 21. – С. 226-231.
3. Скрипко, Т. В. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / Т. В. Скрипко, И. Л. Мальгина // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 6. – С. 105-110.
4. Курбатова, А. С. Экологические функции городских почв / А. С. Курбатова, В. Н. Башкин. – Смоленск: Маджента. – 2004. – 105 с.
5. Оберемченко, А. А. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почв г. Нижневартовска / А. А. Оберемченко // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5, № 7. – С. 28-39. – DOI 10.33619/2414-2948/44/03.
6. Дабахов, М. В. Проблемы установления факта и степени негативного воздействия на состояние почвенного покрова / М. В. Дабахов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 52(30). – С. 51-58.
7. Ежегодник. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2022 году. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». – 2023. – 139 с.
8. Дабахов, М. В. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов / М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова, В. И. Титова. – Нижний Новгород: Нижегородский институт управления. – 2014. – 300 с.
9. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство: 2-е изд., перераб. и доп. / Другов, Ю. С. и [др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, – 2007. – 424 с.
10. Экология Ишимбая. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экология_Ишимбая, свободный. – (Дата обращения: 11.11.2023).

11. ГОСТ Р 58595-2019 Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартиформ, 2019. – 6 с.
12. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 2017. – 3 с.
13. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартиформ, 2017. – 9 с.
14. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определения ее рН по методу ЦИНАО. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 6 с.
15. М-МВИ-80-2008. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложений методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. – С-Пб., ООО Мониторинг, 2008. – 27 с.
16. Асылбаев, И. Г. Оценка геохимического состояния почв Южного Урала: диссертация ... доктора биологических наук: 03.02.13 / И. Г. Асылбаев; [Место защиты: Башкирский государственный аграрный университет].- Уфа, 2016.- 516 с.
17. Кирейчева, Л. В. Оценка степени деградации почв и восстановление их энергетической функции / Л. В. Кирейчева // Монография. В 5 томах / Под ред. В. Г. Сычева, Л. Мюллера. Том II. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 160-164. – DOI 10.25680/5378.2018.19.29.130.
18. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утверждены 28.01.21 : введены в действие 01.03.21. – М.: ЦЕНТРМАГ, 2023. – 736 с.

ECOLOGICAL-ANALYTICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF SOILS IN ISHIMBAY CITY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Gazetdinov R. R., Salieva E. E.

The article is devoted to environmental problems of soil pollution in industrial zones of urban areas. When assessing the condition of the soil cover, it is important to determine its acid-base characteristics and the content of a number of heavy metals. These indicators make it possible to assess the degree of technogenic impact and the level of soil degradation. We have studied individual analytical indicators of soils experiencing technogenic impact, using the example of the industrial zone of the city of Ishimbay in the Republic of Bashkortostan. The pH value, gross contents and concentrations of lead, cadmium, zinc, copper, nickel and chromium have been established. Increased contents of certain heavy metals in the soil and its alkalization were revealed, which indicates an increased technogenic load in the surveyed area. In soil samples from a natural landscape, the content of the elements in question and the hydrogen index do not exceed the established standards.

Keywords: ecology, soil, hydrogen index, heavy metals, environmental assessment, Ishimbay.

Сведения об авторах:

Газетдинов Ришат Ринатович

Канд.хим. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Уфимский университет науки и технологий»,
филиал в г.Бирск

E-mail: aldrich@mail.ru

Салиева Екатерина Эдуардовна

Магистр, ФГБОУ ВПО «Уфимский университет науки и технологий», филиал в г.Бирск

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕЛИОРАНТОВ В АГРОЭКОЛОГИИ

Грязева Валентина Ивановна,
Корягин Юрий Викторович,
Корягина Наталья Викторовна,
Куликова Евгения Геннадьевна

Одной из важнейших проблем производства съедобных грибов является поиск рациональных путей утилизации отработанных субстратов после сбора плодовых тел грибов, поэтому, поиск рациональных путей утилизации этих отходов является одной из важнейших задач агроэкологии. В условиях коллекционного участка изучено влияние отходов грибного производства на растения огурца. Установлено, что внесение отходов грибоводства в сочетании с другими агроприемами, оказывает положительное влияние на развитие растений огурца. Так, средняя длина стебля по вариантам опыта варьировала от 80,2 см до 106,35 см, при 62,2 см на контроле. Наиболее эффективна доза отходов грибного производства в чистом виде – 90 тонн на 1 га. Длина стебля по сравнению с контролем увеличилась на 23,4 см. Среди агроприемов наиболее оптимально сочетание 90 тонн отходов грибного производства с «Праэстол 650» длина стебля составила 106,35 см, что на 44,15 см больше, чем на контроле. Исследования показали, что продуктивность растет пропорционально увеличению дозы внесения, изучаемого биомелиоранта. Максимальных показателей она достигает в варианте с дозой внесения субстрата 90 т на 1 га – 18,72 ц с 1 га, при 4,97 ц с 1 га на контроле (на 13,75 т/га больше). Изучаемый биомелиорант в дозах внесения 60 и 90 т/га увеличивал соответственно на 7,4% и 7,9% выход товарных огурцов по сравнению с контролем. Таким образом, он оказывает влияние не только на величину, но и на качество товарной продукции плодов растений огурца. Добавление препарата «Праэстол 650» к отходам грибного производства способствовало повышению продуктивности по сравнению и с контролем и с дозами биомелиоранта в чистом виде, и в вариантах с препаратом «Байкал ЭМ-1» и составила от 13,01 до 19,25 т/га, при 4,97 т/га на контрольном варианте. Наивысшая урожайность плодов растений огурца была достигнута на варианте с внесением в почву 90 т/га грибного субстрата в сочетании с препаратом «Праэстол 650» и составила 19,25 т/га, что на 14,28 т/га больше, чем на контрольном варианте (без внесения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650»).

Ключевые слова: отходы грибного производства, биомелиоранты, препарат «Праэстол 650», препарат «Байкал ЭМ-1», огурец, продуктивность.

Непосредственное применение навоза крупного рогатого скота связано с рядом проблем. Свежий навоз может содержать яйца гельминтов, бактерий кишечной группы и т.п. Полуперепревший навоз, как правило, в большом количестве содержит семена сорняков [4,5,6,16,17,18].

Альтернативой навозу является отработанный субстрат из подсолнечной лузги. Субстраты, предназначенные для выращивания грибов перед инокуляцией мицелием, проходят тепловую обработку, поэтому они не обладают недостатками присущими навозу. О применении солоmistых субстратов, получаемых после выращивания грибов в качестве биомелиоранта при выращивании огурца мало известно [7,8,19,20,21]. Этим определяется научная новизна выбранного направления исследований.

Большой интерес представляет изучение не только самих субстратов, но и их сочетаний с различными препаратами, ускоряющими разложение клетчатки и лигнина, а также улучшающими почвенную структуру. Последнее, особенно важно, в условиях антропогенно нарушенных почв и почв, агрофизические свойства которых неблагоприятны для произрастания сельскохозяйственных культур. К ним относится в условиях Пензенской области супесчаные светло-серые лесные почвы.

Эффективность усвоения, изучаемого биомелиоранта могут существенно повысить микроорганизмы.

Технология Эффективных Микроорганизмов (ЭМ), разработанная Терао Хигой, профессором университета Риукиус (Окинава, Япония), оказалась очень эффективной и обладает большими потенциальными возможностями, начиная с роста урожайности в органических системах земледелия и заканчивая борьбой с загрязнением окружающей среды [9].

В 1998 году достижение японца Терао Хига сумел повторить российский ученый Петр Шаблин. Созданный им препарат «Байкал ЭМ-1» по многим направлениям оказался не менее эффективным, чем японский, а в некоторых и превзошел своего предшественника [10].

«Байкал ЭМ-1» представляет собой композицию около 60 штаммов микроорганизмов из нескольких видов, в реальности обитающих в почве, способных доминировать в почве и регулировать деятельность остальных ее микроорганизмов в продуктивном направлении, с одновременным очищением почвы от токсических соединений и патогенной микрофлоры. Вместе они составляют устойчивый симбиоз. Они поддерживают друг друга, поэтому длительно живут в почве. Входящие в него микроорганизмы взаимодействуют в почве, при этом вырабатываются всевозможные ферменты, физиологически активные вещества и т.д., оказывающие положительное влияние на рост и развитие растений [10,11,12].

В условиях интенсификации земледелия, приводящей к потере гумуса, разрушению почвенных агрегатов и ухудшению физических свойств почвы, возрастает значение проблемы сохранения и улучшения их структуры. Известно, что для увеличения содержания агрономически ценных агрегатов в почвах и повышение их водоустойчивости используют органические высокомолекулярные соединения как естественной природы (продукты разложения органических материалов) [13,14], так и синтезируемых искусственно. В связи с этим изучение их действия на водно-физические, биологические свойства различных почв и урожайность сельскохозяйственных культур представляет большое научное значение.

При применении органических биомелиорантов рыхлая комковатая структура почвы, образующаяся в результате механической обработки в течение длительного времени, остается стабильной по отношению к воздействиям температуры, атмосферных осадков и механическим нагрузкам. Связанное таким образом устойчивое оптимальное структурное состояние почвы и, следовательно, улучшение ее водного, воздушного и теплового режимов благоприятно сказывается на формировании урожая.

В связи с этим аграрное производство на современном этапе должно постоянно переходить от минимизации ущерба природе до достижения гармоничного развития природно-антропогенных систем. Поиск и разработка таких приемов с надежным экологическим обоснованием является одним из важнейших аспектов современной сельскохозяйственной науки.

В качестве искусственного структурообразователя почвы в работе использовался искусственный полимер «Праэстол 650 ВС» ТУ 2216 – 001- 40910172 – 98.

Целью данной работы было изучение возможностей утилизации отходов грибного производства путем использования их в качестве биомелиоранта под культуру огурца для повышения его продуктивности.

Огурец является одной из самых распространенных овощных культур на земном шаре. Он был уже известен в древних государствах Индии, Китая и Средиземноморья [1,2].

Мякоть огурца состоит на 95-98% из клеточного сока и отличается низкой калорийностью. Пищевая ценность огурцов и их широкое применение в лечебном и диетическом питании определяется наличием сахаров (1,7-2,5%), клетчатки (0,33-0,78%), жира (0,08-0,27%) и витаминов С, А, В₁, В₂ и РР [3].

Огурец очень требователен к плодородию почвы, в которой должно содержаться много органики. Поэтому вопросы применения органических удобрений и биомелиорантов в технологии возделывания огурца всегда актуальны.

Отходы грибного производства (биомелиорант) представляют собой частично разложенную мицелием вешенки подсолнечную лузгу по содержанию углерода примерно соответствующую навозу. В связи с этим доза внесения в опыте рассчитывались согласно существующих рекомендаций и составляла 30, 60 и 90 т/га. Кроме того, отход содержит до 5% травяной муки из козлятника восточного, которая вносится при выращивании гриба в качестве азотной добавки.

Препараты «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650» вносили в почву согласно инструкциям применения рекомендованных производителями [10,15].

Для изучения возможностей утилизации отходов грибоводства был заложен полевой опыт по следующей схеме: 1. Без внесения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650» (контроль); 2. Внесение в почву 30 т/га лузги; 3. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта; 4. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта; 5. Внесение в почву 30 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 6. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 7. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 8. Внесение в почву 30 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650»; 9. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650»; 10. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650». Площадь делянки 10 м², повторность трехкратная.

Объектом исследования являлся гибрид огурца – Кузнечик F₁ селекции фирмы Гавриш, предназначенный для открытого грунта и пленочных укрытий. Среднеранний гибрид. В плодоношение вступает через 52 дня после посева. Плоды веретеновидной формы, зеленые, бугорчатые, опушение белое, без горечи. Длина 10-12 см. Вкусовые качества отличные. Гибрид устойчив к ложной мучнистой росе. Использование универсальное. Огурцы выращивались на поливе согласно существующим нормам.

Материалом исследования являлись: биомелиоранты (отходы грибного производства), препарат эффективных микроорганизмов «Байкал ЭМ-1» и структурообразователь почвы, искусственный полимер «Праэстол 650» ВС ТУ 2216 – 001- 40910172 – 98.

В ходе исследований учитывалось влияние изучаемых мелиорантов на следующие показатели: длина стебля, количество междоузлий и листьев, биологический и товарный урожай плодов, количество товарных и нетоварных плодов.

Опыт закладывался на коллекционном участке Пензенского ГАУ. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая слабосмытая. Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 2,6%, вниз по профилю почвы происходит относительное резкое его уменьшение. Реакция среды в пахотном горизонте кислая (рН – 4,7 ед.), величина гидролитической кислотности – 5,32 мг-экв. / 100г почвы. Сумма обменных оснований не высокая – 14,3 мг-экв. / 100г почвы. Степень насыщенности основаниями составляет 73%. Светло-серая лесная почва характеризуется низким содержанием общего азота, количество его в пахотном слое составляет 0,18%. Большая часть азота находится в недоступной для растений форме. Содержание доступного азота для растений составляет 46,6 мг/кг почвы. Недоступные формы азота переходят в доступные для растений в результате микробиологических процессов, которые активно проходят при довольно высокой температуре и увлажнении почвы.

Количество подвижных форм фосфора в пахотном горизонте составляет 31,0-32,9 мг/кг почвы. Эти величины характеризуют низкую обеспеченность почвы подвижным фосфором для большинства сельскохозяйственных культур. Для нормального развития растений и получения хотя бы среднего урожая необходимо вносить фосфорные удобрения. Обеспеченность обменным калием средняя. Пахотный горизонт светло-серой лесной почвы характеризуется высокой степенью выпаханности. Количество водопрочных агрегатов составляет 16,9%. Величина равновесной плотности в зависимости от условий года и возделываемой культуры колеблется в пределах от 1,37 до 1,45 г/см³, а величина общей пористости – от 44,0 до 48,6%.

Для формирования высокого урожая огурцов важны такие показатели как длина стебля, количество междоузлий и хорошая облиственность. От длины стебля зависят два других показателя: общее количество междоузлий и количество листьев. В ходе исследований установлено, что внесение отходов грибоводства в сочетании с другими агроприемами оказывает

положительное влияние на развитие растений огурца. Так, средняя длина стебля по вариантам опыта варьировала от 80,2 см до 106,35 см, при 62,2 см на контроле. Наиболее эффективна доза отходов грибного производства в чистом виде – 90 тонн на 1 га. Длина стебля по сравнению с контролем увеличилась на 23,4 см. При совместном внесении биомелиоранта с препаратом «Байкал ЭМ-1» длина главного стебля находилась в пределах 84,6 – 94,8 см, что на 22,4 и 32,6 см больше, чем на контроле. Сочетание отходов грибного производства со структурообразователем почвы, искусственным полимером «Праэстол 650» дало наибольшую длину главного стебля, которая составила от 81,75 до 106,35 см. Самый оптимальный вариант – это сочетание 90 тонн отходов грибного производства с праэстолом – длина стебля составила 106,35 см, что на 44,15 см больше, чем на контроле.

Длина стебля влияет на такие показатели как количество междоузлий и число листьев, а совместно все эти показатели работают на урожай.

Анализ опытных данных показал (табл.1), что самой оптимальной дозой биомелиоранта была 90 тонн на 1 га, как в чистом виде, так и при добавлении препарата «Байкал ЭМ -1» и искусственного полимера «Праэстол 650».

Таблица 1.

Влияние биомелиорантов на развитие растений огурца

Вариант опыта	Длина главного стебля, см	Количество междоузлий, шт.	Количество листьев, шт.
1	62,2	12,2	24,4
2	80,2	14,10	28,0
3	80,2	15,25	30,45
4	85,6	16,65	32,95
5	84,6	13,60	33,5
6	90,6	15,30	33,9
7	94,8	17,15	34,5
8	81,75	14,60	35,2
9	100,0	16,20	36,8
10	106,35	18,05	38,4
НСР _{0,05}	6,84	1,23	2,34

Примечание: 1. Без внесения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650» (контроль); 2. Внесение в почву 30 т/га биомелиоранта; 3. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта; 4. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта; 5. Внесение в почву 30 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 6. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 7. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта + «Байкал ЭМ-1»; 8. Внесение в почву 30 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650»; 9. Внесение в почву 60 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650»; 10. Внесение в почву 90 т/га биомелиоранта + «Праэстол 650».

При внесении в почву 90 тонн отходов грибного производства среднее число междоузлий составило 16,65 штук, при добавлении к этой норме препарата «Байкал ЭМ-1» – 17,15 штук, а при добавлении «Праэстол 650» – 18,05 штук. Следовательно, наиболее благоприятно сочетание отходов грибного производства с искусственным полимером «Праэстол 650», так как число междоузлий по сравнению с контролем увеличивается на 5,85 штук. А по сравнению с биомелиорантом в чистом виде на 1,4 штук. Учитывая, что каждое междоузлие заканчивается плодовым узлом, это будет способствовать увеличению урожайности огурца.

Лист является фотосинтетическим аппаратом растения. Чем больше количество листьев, тем интенсивнее идет процесс фотосинтеза и, следовательно, интенсивнее процесс формирования урожая. Поэтому хорошо развитый листовой аппарат при оптимальной длине междоузлия является важным биометрическим показателем. Анализ опытных данных показал, что среднее количество листьев по вариантам опыта составило от 24,4 до 38,4 штук.

Наиболее оптимальной дозой биомелиоранта в чистом виде оказалась внесение в почву 90 тонн на 1 га, так как среднее количество листьев составило 32,95 штук, при 24,4 шт. на контроле,

т.е. без внесения в почву биомелиорантов. При внесении в почву 60 тонн на га отходов грибного производства сформировалось 30,45 штук листьев, а внесение в почву 30 тонн – 28,0 штук. Сочетание биомелиоранта в дозе 90 тонн на 1 га с препаратом «Байкал ЭМ-1» способствовало увеличению количества листьев и составило 34,5 штук, что на 1,55 штук больше, чем доза биомелиоранта в чистом виде, а с препаратом «Праэстол 650» – 38,4 штук, что на 5,45 штук больше.

Главным технологическим и экономическим показателем выращивания любой культуры является ее продуктивность, которая в свою очередь зависит от количества сформировавшихся на одном растении плодов в течение сезона. Количество плодов на одном растении при внесении в почву отходов грибного производства в чистом виде составило 100-110 штук, при 70 штук на контрольном варианте (без внесения биомелиорантов). Средняя масса плода находилась в пределах 120,4-125,8 г. Внесение в почву отходов грибного производства совместно с препаратом «Байкал ЭМ-1» практически не повлияло на плодообразование у растений огурца, а при добавлении препарата «Праэстол 650» наблюдалась повышение этого показателя. За сезон на одном растении огурца было сформировано плодов от 115 до 120 штук, при средней массе плода 124,8 – 126,4 грамма.

Наши исследования показали (рис. 1), что продуктивность растет пропорционально увеличению дозы внесения в почву изучаемого биомелиоранта. Максимальных показателей она достигает на варианте с дозой внесения в почву субстрата 90 т/га – 187,15 ц/га, что на 137,49 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом (без внесения биомелиорантов). Изучаемый биомелиорант в дозах внесения в почву 60 т/га и 90 т/га способствовал повышению выхода товарных плодов огурца на 7,4% и 7,9% соответственно по сравнению с контрольным вариантом (без внесения в почву биомелиорантов). Следовательно, данные дозы внесения в почву субстрата оказывает влияние не только на величину, но и на качество получаемой товарной продукции растений огурца.

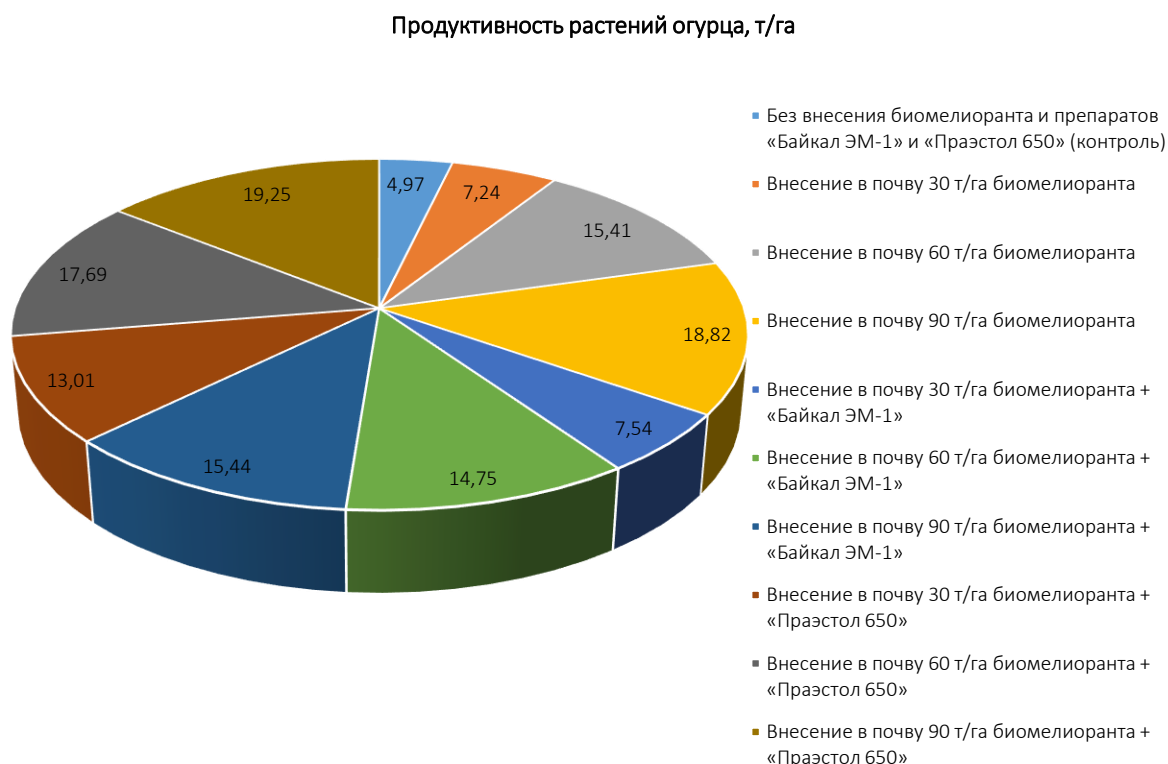


Рисунок 1 – Продуктивность растений огурца в зависимости от применения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650»

Сочетание отходов грибного производства с препаратом «Байкал ЭМ-1» оказалось не эффективно, т. к. продуктивность повышается только по сравнению с контрольным вариантом, а по сравнению с вариантом, где в почву вноситься только в чистом виде происходит снижение. Это

свидетельствует о том, что микроорганизмы в ходящие в состав препарата «Байкал ЭМ-1» оказывают антагонистическое влияние на рост и развитие микрофлору отхода грибного производства.

В процессе проведения наших исследований по изучению возможностей утилизации отходов грибного производства путем использования их в качестве биомелиоранта под культуру огурца для повышения его продуктивности, было установлено, что совместное внесение в почву препарата «Праэстол 650» с отходами грибного производства наиболее эффективно по сравнению с контрольным вариантом (без применения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650») и с вариантами где в почву вносили биомелиорант (отходы грибного производства) только в чистом виде и продуктивность растений огурца колебалась от 13,01 до 19,25 ц/га, при 4,97 ц/га на контроле. Наибольшая продуктивность растений огурца была зафиксирована на варианте при внесении в почву 90 тонн биомелиоранта в почву в сочетании с «Праэстол 650» и составила 19,25 ц/га, что на 14,28 ц/га больше, чем на контроле (без применения биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ» и «Праэстол 650»).

Таким образом, в ходе исследований установлено, что внесение в почву биомелиоранта совместно с препаратами «Байкал ЭМ» и «Праэстол 650» оказывает положительное влияние на рост и развитие растений огурца. Самое оптимальное сочетание биомелиоранта в проведенных исследованиях было с препаратом «Праэстол 650» в дозе 90 т/га, т.к. длина стебля составила 106,35 см и среднее число междоузлий составило 18,05 штук, что на 44,15 см и 5,85 соответственно больше, чем на контроле. При внесении в почву биомелиоранта в дозе 90 т/га в чистом виде и совместно с препаратом «Байкал ЭМ-1» среднее число междоузлий составило 16,65 и 17,15 штук соответственно. Следовательно, необходимо учитывать, что каждое междоузлие свое развитие заканчивает плодовым узлом, то это будет способствовать увеличению продуктивности растений огурца, в связи с этим совместное внесение биомелиоранта с препаратом «Праэстол 650» приводит к повышению этого показателя. За вегетационный период растений огурца было сформировано от 115 до 120 штук плодов на одном растении, при средней массе плода 124,8 – 126,4 грамма. Поэтому наиболее эффективно оказалось применение препарата «Праэстол 650» к биомелиоранту. Продуктивность растений огурца на всех вариантах опыта с применением биомелиоранта как в чистом виде, так и совместно с препаратами «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650» колебалась от 13,01 до 19,25 т/га, при продуктивности 4,97 т/га на контрольном варианте (без внесения в почву биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650»). Наивысшая продуктивность плодов огурца была зафиксирована на варианте с внесением в почву 90 т/га биомелиоранта в сочетании с препаратом «Праэстол 650» и составила 19,25 т/га, что на 14,28 тонны больше, чем на варианте без внесения в почву биомелиоранта и препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Праэстол 650» (контроль).

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Портянкин, А. Е. Огурец: от посева до урожая / А.Е. Портянкин, А.В. Шамшина Под общей редакцией доктора с. – х. наук, профессора С. Ф. Гавриша. – М.: ООО «Гибридные семена «Гавриш» для НП «НИИОЗГ», ЗАО «Фитон+», 2010. – 400 с.
2. Кожан С. П. Огурцы. – Петропавловск – Камчатский: Дальневосточное книжное изд – во, 1989. – 31 с.
3. Лебедева А. Т. Огурец. – М.: Агропромиздат, 1988. – 47 с.
4. Бодрова, Е. М. Органические удобрения /Е. М. Бодрова, П. Я. Семенов и др. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 56 с.
5. Васильев, В. А. Органические удобрения в интенсивном земледелии /В. А. Васильев, И. И. Лукьяненко, В. Г. Минеев. – М.: Колос, 1984. – С. 232-244.
6. Вершинин, П. В. Почвенная структура и условия ее формирования / П. В. Вершинин. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 188 с.
7. Иванов, П. А. Изменение плодородия серой лесной почвы под влиянием химической и биологической мелиорации/ П. А. Иванов, Е. Н. Кузин// Теоретический научно – практический журнал «Земледелие» – 2009. – №1 – С.18-20.

8. Грязева, В.И. Эколого-агрономическая оценка применения гуминовых препаратов и отходов грибного производства при выращивании рассады огурца /В.И. Грязева, Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина //Нива Поволжья. 2022. – № 3(63). – С. 1011.

9. Грязева, В.И. Влияние препарата Байкал ЭМ-1 на посевные качества семян и продолжительность вегетационного периода столовой свеклы /В.И. Грязева // Научное обеспечение развития АПК России / Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции / МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – С.30–32.

10.Шаблин, П.А. Теория и практика применения препарата Байкал ЭМ-1 / П.А.Шаблин //em.shopargo.com>em-udobrenia/baikal.htm

11.Грязева, В.И. Формирование урожая столовой свеклы под влиянием препарата Байкал ЭМ-1 /В.И. Грязева //Журнал Нива Поволжья № 1(30), 2014. – С. 29–35

12.Sangakkara, U.R. ЭМ-технология при выращивании сельскохозяйственных культур Университет Peradeniya, Отделение Сельскохозяйственных Наук, Шри-Ланка/ Sangakkara, U.R. Marambe, V. Attanayake A.M.U, Piyadasa, E.R. //Материалы Международного симпозиума «Технология для человечества» апрель 2002.

13.Авдонин, Н. С. Научные основы применения удобрений /Н. С Авдонин. – М.: колос, 1972. – 302 с.

14.Авров, О. Е. Использование соломы в сельском хозяйстве /О. Е. Авров, З. М. Мороз. – Л.: Колос, 1979. – 199 с.

15.Праестол 650 BC, Praestol 650 BC. Области применения и принцип действия. Электронный ресурс: <http://wodaservice.ru/index.files/-----650-bc.html>. Дата обращения 15.09.2023г.

16.Агротехнологические основы технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. Н. Арефьев, С. В. Богомазов, В. А. Гущина [и др.] ; Пензенский государственный аграрный университет; Под общей редакцией: С.В. Богомазова, А.А. Галиуллина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – 267 с. – EDN YOAOJV.

17.Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства / А. А. Адаева, С. Н. Алексеева, А. И. Алтухов [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 240 с. – ISBN 978-5-907181-11-3. – EDN BGQQCS.

18.Поле – технология – урожай : к системе земледелия Пензенской области / А. Ф. Блинохватов, В. В. Манейлов, А. Н. Кашеев [и др.] ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2000. – 148 с. – EDN YSUBNK.

19.Стерилизация сверхвысококачастотной энергией субстратных блоков для выращивания съедобного гриба шиитаке (*Lentinula edodes*) / А. И. Иванов, Ю. В. Корягин, А. В. Поликанов, Р. В. Анохин // Нива Поволжья. – 2016. – № 2(39). – С. 29-34. – EDN YPSMMX.

20.Иванов, А. И. Торфяные ресурсы Пензенской области и перспективы их использования в сельском хозяйстве / А. И. Иванов, Ю. В. Корягин, Н. В. Корягина // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 62-69. – EDN ZTIEKN.

21.Анохин, Р. В. Утилизация отходов грибоводства путем использования их при выращивании овощных культур / Р. В. Анохин, С. А. Грязева, А. В. Кичайкин // Реймерсовские чтения – 2014 : Материалы XVIII межвузовской конференции студентов, посвященной памяти Н.Ф. Реймерса, Пенза, 17–18 апреля 2014 года. – Пенза: Академия МНЭПУ, 2014. – С. 12-14. – EDN OVXHN.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE USE
OF BIOMELIORANTS WHEN GROWING CUCUMBER PLANTSGryazeva V.I., Koryagin Yu.V., Koryagina N.V.,
Kulikova E.G.

One of the most important problems in the production of edible mushrooms is the search for rational ways to dispose of waste substrates after collecting the fruit bodies of mushrooms, therefore, the search for rational ways to dispose of these wastes is one of the most important tasks of agroecology. In the conditions of the collection site, the influence of mushroom production waste on cucumber plants was studied. It has been established that the introduction of mushroom farming waste in combination with other agro-techniques has a positive effect on the development of cucumber plants. Thus, the average length of the stem according to the experimental variants varied from 80.2 cm to 106.35 cm, with 62.2 cm at the control. The most effective dose of mushroom production waste in its pure form is 90 tons per 1 ha. The length of the stem increased by 23.4 cm compared to the counter. Among agricultural practices, the most optimal combination of 90 tons of mushroom production waste with «Praestol 650» stem length was 106.35 cm, which is 44.15 cm more than in the control. Studies have shown that productivity is growing at.

Keywords: mushroom production waste, bioremediants, the preparation «Praestol 650», the preparation «Baikal EM-1», cucumber, productivity.

Сведения об авторах:

Грязева Валентина ИвановнаДоцент, кандидат с.-х. наук,
Пензенский государственный аграрный университет
E-mail: gryazeva.v.i@pgau.ru**Корягин Юрий Викторович**Доцент, кандидат с.-х. наук,
Пензенский государственный аграрный университет
E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru**Корягина Наталья Викторовна**Доцент, кандидат с.-х. наук,
Пензенский государственный аграрный университет
E-mail: koryagina.n.v@pgau.ru**Куликова Евгения Геннадьевна**Доцент, кандидат биол. наук,
Пензенский государственный аграрный университет
E-mail: kulikova.e.g@pgau.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КЕРЧЬ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Сытник Наталья Александровна

В статье рассмотрено влияние полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) г. Керчь на водные объекты при проведении работ по его рекультивации. Описаны технический и биологический этапы и технологии рекультивации полигона ТКО, предусматривающие проведение комплекса работ, нацеленных на восстановление нарушенных земель, и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Полигон не является источником сточных вод, но попадая в тело полигона атмосферные осадки, проходят через толщу отходов, насыщаясь загрязняющими веществами и накапливаясь в виде фильтрата в основании. В работе приведен комплекс мероприятий, направленный на снижение негативного воздействия на водные объекты в период проведения работ.

Ключевые слова: полигон, твердые коммунальные отходы, рекультивация, оценка негативного воздействия, водные объекты, загрязняющие вещества, Республика Крым.

Проблема образования и использования отходов производства и потребления в России занимает сегодня одно из центральных мест среди всего комплекса вопросов, связанных с обеспечением экологической устойчивости.

Обеспокоенность нарастанием проблемы отходов выражает как общественность, так и политическое руководство страны. Президент России В.В. Путин в своем послании парламенту в 2018 году заявил о необходимости сократить количество свалок. В связи с чем, Государственной Думой были внесены изменения в закон «Об отходах производства и потребления». Новый порядок вступил в силу 1 января 2019 года. С этой даты принято считать начало современной «мусорной» реформы в России, получившей название «Реформа обращения с отходами производства и потребления», рассчитанной до 2030 года. Реформа призвана сделать обращение с отходами более цивилизованным, решить проблему с несанкционированными свалками и значительно сократить объемы вывозимых на полигоны отходов. К 2024 году только в рамках нацпроекта «Экология» планируется построить 220 новых современных комплексов по обработке, размещению и утилизации отходов. Планируется отправлять на обработку или сортировку 100% бытовых отходов, 50% будут отправляться на захоронение. Всего до 2030 года должны построить или реконструировать 868 объектов обращения с отходами [1].

На основании Постановления администрации города Керчь Республики Крым от 10.05.2017№ 128/1-п «О закрытии полигона твердых коммунальных отходов на территории муниципального образования городской округ Керчь Республики Крым», в связи с исчерпанием ресурсоемкости и производственных мощностей полигона ТКО в городе Керчь было принято решение о его закрытии и рекультивации [2].

На этапе эксплуатации полигона, а также после его закрытия и рекультивации протекают процессы биохимического и химического разложения отходов, формирующие эмиссии загрязняющих веществ (в виде биогаза и фильтрата), оказывающих негативное воздействие на геосферные оболочки [1].

Цель исследования – оценить влияние на водные объекты рекультивации полигона ТКО г. Керчь на постэксплуатационном этапе.

Материалы и методы исследования. Материалами для данного исследования являлись проектная документация объекта строительства, результаты инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий участка рекультивации, а также фондовые материалы и статистические данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым.

Теоретической базой научной работы служили результаты научных исследований, представленные в трудах отечественных и зарубежных ученых Ю.В. Завизион, Я.И. Вайсмана, Н.Н. Слюсарь, Р. Kjeldsen, М. Barlaz, R. Weber, K. Neyer и др. [3-8].

При проведении исследований был использован комплекс методов, в том числе общенаучных: анализа и синтеза, сравнения, системного анализа и научных абстракций.

Рассматриваемый полигон ТКО расположен на землях населенного пункта муниципального образования городской округ Керчь, в северной части города (рис. 1). Ближайшая жилая застройка расположена на расстоянии 395 м на юго-восток от границ участка полигона, рекреационная территория – парк отдыха им. Ю. Гагарина, находится на расстоянии 1620 м. Полигон, общей площадью 21,9 га, представляет собой отработанный карьер, используемый для складирования ТКО [1, 2].

Тело полигона занимает ориентировочно 15 га, на остальной территории площадью около 7 га имеются участки поверхностного захламления отходами, разносимыми с основного тела полигона на расстояние до 100-150 м. Хозяйственные и административные здания и сооружения, контрольные и наблюдательные скважины отсутствуют.

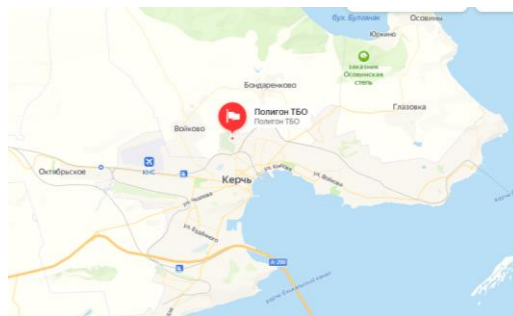


Рисунок 1. Район размещения полигона ТКО г. Керчь Республики Крым

Уровень воздействия полигона захоронения отходов на геосферные оболочки зависит от многих факторов, в том числе от компонентного состава и влажности отходов, климатических условий, технологий эксплуатации полигона, качественных и количественных параметров эмиссий, наличия применяемых природоохранных сооружений и т.д. Это обуславливает актуальность выбора технических мероприятий по обеспечению безопасного уровня геоэкологического воздействия объектов захоронения ТКО [3].

В геоморфологическом отношении участок изысканий располагается в пределах аккумулятивной морской равнины. Объекты мелиоративной сети, поверхностные водные объекты, водоохранные зоны на участке отсутствуют.

Расстояния от рассматриваемого полигона ТКО г. Керчь до ближайших водных объектов составляют:

- до Керченского пролива -1650 м (водоохранная зона составляет 500 м);
- до реки Мелек-Чесме – 1540 м (водоохранная зона водного объекта 100 м);
- до реки Восточный Булганак – 1060 м (водоохранная зона водного объекта 100 м).

Площадь водосбора на участке изысканий составляет 0,91 км².

Пресные и слабо минерализованные (менее 1,5 г/дм³) подземные воды являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму. Они распространены практически по всей территории Крыма, за исключением небольшого по площади участка в юго-восточной части.

Проведенными в 2018 году инженерно-экологическими и инженерно-геологическими изысканиями установлено, что на исследуемой территории до глубины 5,0-33,0 м грунтовые воды

не вскрыты, признаков их не обнаружено, что обусловлено мощностью твердых глин до 5,5 м и их низким коэффициентом фильтрации – по результатам опытных наливов 0,0076 м/сутки. Категория естественной защищенности подземных вод от загрязнения с поверхности по В.М. Гольдбергу – V (защищенные). Абсолютные отметки подошвы скважин 6,40-14,50 мБс. При сохранении существующего гидрогеологического режима, общего подъема грунтовых вод не ожидается. При проектировании следует учитывать водоупорные свойства глин ИГЭ-2, на границе которых может формироваться водоносный горизонт типа «верховодка». В результате чего площадка рекультивации может быть подтоплена.

По критериям типизации по подтопляемости, согласно СП 11-105-97, изучаемая территория относится к типу П-Б1 – потенциально подтопляемая в результате ожидаемых техногенных воздействий. Коэффициент фильтрации по данным лабораторных исследований имеет следующие значения:

- ИГЭ-1 – 0,684 м/сут;
- ИГЭ-2 – 0,054 м/сут.

Процесс рекультивации (ликвидации) полигона ТКО, состоящий из технического и биологического этапов, требует проведения комплекса работ нацеленных на восстановление нарушенных земель, и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду [1].

Технический этап рекультивации полигона ТКО проводится в два этапа: подготовительный и основной [2]. Перечень мероприятий каждого этапа рекультивации представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Перечень мероприятий этапов рекультивации полигона ТКО г. Керчь

Этапы рекультивации полигона		Мероприятия
Технический этап	<i>Подготовительный этап</i>	<ul style="list-style-type: none"> - геодезические и разбивочные работы; - устройство временного ограждения территории; - перемещение отходов; - устройство временной автодороги для проезда автотранспорта территории стройплощадки; - организация бытового городка и складского хозяйства и мест первичными средствами пожаротушения; - устройство временного электрокабеля от существующей трансформаторной подстанции; - устройство временного электроосвещения территории стройплощадки и установкой пакетного выключателя; - устройство временного водопровода от существующего водопроводного колодца; - установка мойки колес строительной техники; - установка средств диспетчерской связи.
	<i>Основной этап</i>	<ul style="list-style-type: none"> - профилирование свалочных масс; - разработка траншеи для устройства анкерочной траншеи; - разработка траншеи для устройства водосборной дренажной траншеи; - устройство выравнивающего слоя из несвязного грунта толщиной 0,3 м; - укладка геокомпозитного материала Combigrid 40/40 Q6 R156. - устройство дренажного слоя толщиной 0,3 м.; - укладка бентонитовых матов Bentofix NSP 4900; - укладка дренажных матов Secudrain 201 WD 601 201; - укладка георешетки Secugrid 40/20 в анкерочную траншею, на откос и в траншею на склоне в повороте откоса;

		<ul style="list-style-type: none"> - устройство подземных резервуаров V=507 м³ для поверхностного стока, устройство наблюдательных скважин; - устройство вертикальных отводов дегазации из труб и фитингов ПЭ100 SDR17 Ду200 и герметизация стыков труб отводов дегазации; - засыпка рекультивационным слоем (суглинок) толщиной 0,6м.; - засыпка плодородным слоем толщиной 0,2 м.
Биологический этап	-	<ul style="list-style-type: none"> - внесение удобрений; - засев травосмесью, полив.

Сам по себе полигон не является источником сточных вод, но попадая в тело полигона атмосферные осадки, проходят через толщу отходов, насыщаясь загрязняющими веществами и накапливаясь в виде фильтрата в основании. Для прекращения доступа влаги с поверхности полигона, проектом предусматривается обустройство перекрытия тела полигона рекультивационным слоем, включающим гидроизоляцию.

Загрязненность ливнестока в первую очередь зависит от санитарного состояния водосборных вод воздушного бассейна.

Сокращение загрязнения поверхностных сточных вод и предотвращения попадания в поверхностные и подземные водоемы, на территории предприятия необходимо принять ряд мероприятий:

- организация регулярной уборки территорий;
- проведение своевременного ремонта основных покрытий;
- организация уборки и утилизации снега с проездов, мест стоянок транспорта;
- установка мойки колес строительной техники «Мойдодыр»;
- организация площадки стоянки строительной техники, и учетом исключения пролива топлива во время заправки техники;
- соблюдение правил сбора сточных вод и передачи их на очистные сооружения; исключение попадания неочищенных сточных вод в водные объекты и на рельеф.

На территории полигона отсутствуют сети водоснабжения и водоотведения. Для обеспечения санитарных и производственных потребностей в воде, в процессе проведения работ рекультивации полигона, предусматривается сооружение временных сетей для водоснабжения и водоотведения.

Для снабжения рабочих питьевой водой, предусматривается использование бутилированной воды. Для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд, предусматривается оборудование дополнительный емкостей. Расход воды на хозяйственно-бытовые потребности составит – 0,20 л/с, на производственные нужды – 0,06 л/с, для пожаротушения – 5 л/с.

На этапе рекультивации расход сточных вод составит:

- хозяйственно – бытовые сточные воды: 1,728 м³/сут и 0,456 тыс. м³ в период;
- производственные сточные воды 5,760 м³/сут и 1,521 тыс. м³ в период.

Хозяйственно-бытовые стоки собираются в емкость объемом 3 м³ и вывозятся на очистные сооружения г. Керчь для утилизации 1 раз в два дня. Устанавливаются биотуалеты.

Для сбора поверхностных сточных вод с территории полигона предусмотрено устройство дренажных лотков по периметру тела полигона со сбором сточных вод в резервуары. Стоки из резервуаров периодически вывозятся на очистные сооружения.

Для прекращения доступа дождевых и талых вод в тело полигона, и предотвращения образования фильтрата, проектной документацией предусматривается перекрытие тела полигона гидроизоляционным слоем (рис. 2).



Рисунок 2. Схема рекультивации полигона ТКО

Для отвода дождевых и талых вод предусмотрена система ливневой канализации, состоящая из водоотводящей дренажной трубы и накопительных резервуаров. Водоотводящая дрена осуществляет свободный сток дождевых вод. Дрена состоит из перфорированной трубы и фильтрующей обсыпки. Из дренажной обсыпки вода через прорези поступает в трубу. Дождевые воды отводятся в подземные резервуары для хранения дождевых вод емкостью 500 м³ (3 шт.) периметром 16,5 м, Н=2,37 м. Расчетная площадь стока составляет – 9,9 га. Для обеспечения эксплуатации дождевой канализации проектом предусматривается строительство смотровых колодцев.

На этапе биологической рекультивации посев трав и полив будет осуществляться вахтовым методом. Образование хозяйственно-бытовых сточных вод не предусматривается. На этапе после рекультивации потребление воды на полив прилегающей территории составит – 494,4 м³/сут; образование ливневых стоков составит – 1425,6 м³/сут (максимальный поверхностный сток).

В пострекультивационный период первый полив после посева травосмеси рекомендуется проводить в течение 10 дней с интенсивностью 10 л/м², потребность в воде составит – 98,88 л на полив. Ежедневно 12 поливочных машин емкостью 6-8 м³ или по 6 машин двое суток. Для последующего увлажнения – полив 2 раза в год с интенсивностью 50 л/м², потребность в воде составит – 494,4 м³/полив.

После проведения рекультивации полигона, поверхностный сток по составу будет близким к поверхностному стоку с селитебных территорий. Основными примесями будут являться грубодисперсные примеси, нефтепродукты, сорбированные главным образом на взвешенных веществах, минеральные соли и органические примеси естественного происхождения.

Сток поверхностных вод, после проведения рекультивации, будет содержать только примеси, характерные для стока с газонов.

Важным аспектом при проведении работ по рекультивации объекта размещения ТКО в г. Керчь Республики Крым, является соблюдение всех норм и правил в соответствии с требованиями законодательства [9]. Программа мониторинга и производственного экологического контроля, направлена на недопущение негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах работ.

В целом, проведение политики ресурсо- и энергосбережения, рециклинга и рекуперации отходов предприятий, развитие рекреационной деятельности, будет способствовать улучшению социального благосостояния, повышению качества жизни людей, сохранению и рациональному использованию историко-культурного и природного наследия полуострова, а также увеличению рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий Крыма [10].

Таким образом, в процессе исследований было установлено, что рекультивация полигона ТКО в г. Керчь будет включать два этапа – технический и биологический.

Проектной документацией «Рекультивация полигона ТКО г. Керчь Республики Крым» предусмотрено проведение комплекса работ нацеленных на восстановление нарушенных земель, и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Объекты мелиоративной сети, поверхностные водные объекты, водоохранные зоны на участке отсутствуют.

Сам по себе полигон не является источником сточных вод, но попадая в тело полигона атмосферные осадки, проходят через толщу отходов, насыщаясь загрязняющими веществами и накапливаясь в виде фильтрата в основании. Предусмотренные проектом мероприятия по гидроизоляции проектируемой карты полигона, а также сбору и отводу фильтрационных вод, являются разумными и достаточными и позволяют полностью исключить влияние фильтрата на поверхностные воды и водосборные площади.

С учетом предусмотренных проектом водоохраных мероприятий, прогнозируемое воздействие намечаемой деятельности на поверхностные водные объекты является допустимым и не имеет негативных экологических и социальных последствий.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Сытник Н.А. Оценка влияния на атмосферный воздух рекультивации полигона твердых коммунальных отходов города Керчь Республики Крым. – Вестник Керченского государственного морского технологического университета [Электронный ресурс]. – Керчь : ФГБОУ ВО «КГМТУ». – Вып.3, 2023. С. 79-91. – URL: <https://www.ejkgmtu.ru/wp-content/uploads/2023/10/%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-2023-3.pdf> (дата обращения 20.10.2023).
2. Сытник Н.А. Оценка геоэкологической безопасности полигона захоронения твердых коммунальных отходов г. Керчь на постэксплуатационном этапе // Общество, образование, наука в современных парадигмах развития: сборник трудов по материалам III Национальной научно-практической конференции (Керчь, 17-18 октября 2022 года). Редколлегия: Е.П. Масюткин и др. Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2022. С. 135-142.
3. Завизион Ю.В. Геоэкологическая оценка состояния полигона захоронения твердых коммунальных отходов: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36 / Юлия Владимировна Завизион. Пермь, 2019. 168 с.
4. Вайсман Я.И., Вайсман О.Я., Максимова С.В. Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов. Пермь: Из-во Перм. гос. техн.ун-та, 2003. 228 с.
5. Слюсарь Н.Н., Загорская Ю.М., Ильиных Г.В. Изучение фракционного и морфологического состава отходов старых свалок и полигонов // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. 2014. № 3 (15). С.77-85.
6. Kjeldsen P., Barlaz M., Rooker A., Baun A., Ledin A., Christensen T. Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2002. № 32 (4). P. 297-336.
7. Weber R., Watson A., Forter M., Oliaei F. Review Article: Persistent organic pollutants and landfills – a review of past experiences and future challenges // Waste Management & Research. 2011. № 29 (1). P. 107-121.
8. Heyer K.-U., Koop A., Hupe K., Stegmann R. Wege und Kriterien zur Entlassung aus der Deponienachsorge // Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft – Stilllegung und Nachsorge von Deponien. Verlag Abfall aktuell, 2011. Band 20. P. 99-117.
9. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. М.: Стандартинформ, 2022. 83 с.
10. Сытник Н.А. Социально-экономические и экологические аспекты обеспечения устойчивого развития Республики Крым // Вестник КГМТУ. 2022. № 3. С. 399-426.

ASSESSMENT OF THE IMPACT ON WATER BODIES OF RECLAMATION OF THE SOLID MUNICIPAL WASTE
LANDFILL IN THE CITY OF KERCH, REPUBLIC OF CRIMEA

Sytnik N.A.

The article considers the impact of Kerch landfill on water bodies during its reclamation. The technical and biological stages and technologies of landfill reclamation are described, which provide for a set of works aimed at restoring disturbed lands and reducing the negative impact on the environment. The landfill is not a source of wastewater, but falling into the body of the landfill atmospheric precipitation, passing through the thickness of waste, saturating with pollutants and accumulating in the form of leachate in the base. The paper presents a set of measures aimed at reducing the negative impact on water bodies during the works.

Keywords: *landfill, solid municipal waste, reclamation, assessment of negative impact, water bodies, pollutants, Republic of Crimea.*

Сведения об авторах:

Сытник Наталья Александровна

Канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой экологии моря,

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,

E-mail: amtek-kerch@mail.ru

УДК 504

DOI 10.58551/20728158_2023_10_66

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Чжан Тинжуй

Данные о загрязнении воды и влияния его на здоровье человека получены и обобщены на основе анализа опубликованных научных статей. Вода покрывает около 70% поверхности Земли. Безопасная питьевая вода является базовой потребностью для всех людей. По данным ВОЗ, 80% заболеваний передаются через воду. Индустриализация, сброс бытовых отходов, радиоактивные отходы, рост населения, чрезмерное использование пестицидов, удобрений являются основными источниками загрязнения воды. Эти отходы оказывают негативное влияние на здоровье человека. Различные химические вещества оказывают разное воздействие в зависимости от места и вида. Через загрязненную воду распространяются бактериальные, вирусные и паразитарные заболевания, такие как брюшной тиф, холера, энцефалит, полиомиелит, гепатит, кожные и желудочно-кишечные инфекции. Рекомендуется регулярно проверять качество воды, чтобы избежать ее разрушительного воздействия на здоровье человека.

Ключевые слова: *загрязнение воды, источники загрязнения воды, вредные химические вещества, инфекционные заболевания.*

Загрязнение воды происходит при попадании в нее нежелательных веществ, изменяющих качество воды и наносящих вред окружающей среде и здоровью человека [1]. Вода – важный природный ресурс, используемый в нашей жизни для питья и других хозяйственных нужд. Безопасная питьевая вода необходима для здоровья человека во всем мире. При этом, являясь универсальным растворителем, вода является одним из основных источников инфекции. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 80% заболеваний передаются через воду. Питьевая вода в различных странах не соответствует стандартам ВОЗ [2]. 3,1% смертей происходит из-за антисанитарии и низкого качества воды [3].

Основными причинами загрязнения воды являются сброс бытовых и промышленных стоков, утечка из резервуаров, сброс в море, радиоактивные отходы и атмосферные осадки. Тяжелые металлы, выбрасываемые из бытовых и промышленных отходов, могут накапливаться в озерах и реках, оказывая вредное воздействие на человека и животных. Токсины, содержащиеся в промышленных отходах, являются основной причиной подавления иммунитета, нарушения репродуктивной функции и острых отравлений. Инфекционные заболевания, такие как холера, брюшной тиф [4] и другие заболевания гастроэнтерит, диарея, рвота, кожные и почечные нарушения приобретаются через загрязненную воду [5]. Прямой ущерб здоровью человека наносится в результате нарушения питания растений и животных. Загрязняющие воду вещества убивают морские водоросли, моллюсков, морских птиц, рыб, ракообразных и другие морские организмы, служащие пищей для человека. Концентрация инсектицидов, таких как ДДТ, увеличивается по всей пищевой цепи и эти инсектициды весьма вредны для человека [6].

В настоящее время основные источники загрязнения воды происходят от действия человека:

1. Бытовые сточные воды
2. Индустриализация
3. Рост численности населения
4. Пестициды и удобрения
5. Пластмассы и полиэтиленовые пакеты

6. Урбанизация
7. Слабая система управления

По имеющимся данным, 75-80% загрязнения воды приходится на бытовые стоки. Загрязняют воду отходы таких производств, как сахарное, текстильное, гальваническое, пестицидное, целлюлозно-бумажное [7]. Загрязненные реки имеют непереносимый запах и содержат меньше флоры и фауны, при этом 80% населения Земли сталкивается с угрозой водной безопасности.

В реки сбрасывается большое количество бытовых сточных вод, большая часть которых не подвергается очистке. Бытовые стоки содержат токсичные вещества, твердые отходы, пластиковый мусор и бактериальные загрязнения, которые являются причиной загрязнения воды. Различные промышленные стоки, сбрасываемые в реку без очистки, являются основной причиной загрязнения воды. Опасные материалы, сбрасываемые промышленными предприятиями, приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод. Загрязняющие вещества зависят от характера производств. Токсичные металлы попадают в воду и снижают ее качество, 25% загрязнений вызвано промышленными предприятиями и является очень вредным [8].

Рост численности населения создает множество проблем, но, в частности, играет негативную роль в загрязнении воды, приводит к росту образования твердых отходов [9]. Твердые и жидкие отходы сбрасываются в реки. В загрязненной воде обнаруживается большое количество бактерий, вредных для здоровья человека [8]. В связи с ростом численности населения государство не в состоянии обеспечить граждан всем необходимым. Санитарно-гигиенические условия в городах выше, чем в сельской местности. Полиэтиленовые пакеты и пластиковые отходы являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Отходы выбрасывают, складывая их в пластиковые пакеты [8]. По оценкам, 77% людей используют туалеты со смывом и 8% – выгребные ямы. Урбанизация может стать причиной многих инфекционных заболеваний. Перенаселенность, антисанитария, небезопасная питьевая вода – основные проблемы здравоохранения в городах. Четверть городского населения подвержена заболеваниям [9].

Пестициды используются для уничтожения бактерий, вредителей и различных микроорганизмов. Химические вещества, содержащие пестициды, непосредственно загрязняют воду и влияют на ее качество. Если пестициды используются в избыточном количестве или ими плохо управляют, то это представляет опасность для сельскохозяйственной экосистемы [10]. В почву вносится только 60% удобрений, остальные химикаты вымываются, загрязняя воду, в загрязненной воде много цианобактерий, а избыток фосфатов приводит к эвтрофикации, то есть к насыщению водоёмов биогенными элементами. Остатки химических веществ смешиваются с речной водой в результате наводнений, ливневых дождей, избыточного орошения и попадают в пищевую цепь. Эти химические вещества смертельно опасны для живых организмов, поэтому многие овощи и фрукты загрязнены ими [9,10].

Рассмотрим влияние загрязнения воды на здоровье человека. Существует большая связь между загрязнением окружающей среды и проблемами со здоровьем. Микроорганизмы, вызывающие заболевания, называются патогенами и эти патогены распространяют заболевания непосредственно среди людей. Некоторые патогены распространены по всему миру, другие встречаются в четко определенных районах [9]. Многие болезни, переносимые водой, передаются от человека к человеку. Проливные дожди и наводнения относятся к экстремальным погодным условиям и вызывают различные заболевания в развитых и развивающихся странах [11]. 10% населения зависит от продуктов питания и овощей, выращенных в загрязненной воде [12]. Многие инфекционные заболевания, передающиеся через воду, связаны с фекальным загрязнением водных источников и приводят к фекально-оральному пути передачи инфекции [13]. Риск для здоровья, связанный с загрязненной водой, включает различные заболевания, такие как респираторные, онкологические, диарейные, неврологические и сердечно-сосудистые [14]. Бедные слои населения подвергаются большему риску заболеваний из-за неправильной санитарии, гигиены и водоснабжения [12]. Загрязненная вода оказывает значительное негативное воздействие на женщин, подвергающихся воздействию химических веществ во время беременности; это приводит к увеличению частоты рождения детей с низкой массой тела, в результате чего страдает здоровье плода [15].

Некачественная вода уничтожает урожай и заражает продукты питания, что представляет опасность для водных организмов и человека [7]. Загрязняющие вещества нарушают пищевую цепь, а тяжелые металлы, особенно железо, влияют на дыхательную систему рыб. Железо забивает жабры рыб, что приводит к летальному исходу для рыб, а когда эти рыбы употребляются в пищу человеком, это приводит к серьезным проблемам со здоровьем [16]. Загрязненная металлами вода приводит к выпадению волос, циррозу печени, почечной недостаточности [17] и нервным расстройствам [18].

Бактериальные заболевания: неочищенная питьевая вода и загрязнение воды фекалиями – основная причина диареи. *Campylobacter jejuni* распространяет диарею от 4% до 15% по всему миру. Основными симптомами диареи являются лихорадка, боль в животе, тошнота, головная боль. Хорошая гигиеническая практика и использование антибиотиков могут предотвратить это заболевание. Заболевание холерой вызывается загрязненной водой. Виновником этого заболевания является *Vibrio Cholerae*. Эта бактерия вырабатывает токсины в пищеварительном тракте. Симптомами этого заболевания являются водянистая диарея, тошнота, рвота, а водянистая диарея приводит к обезвоживанию и почечной недостаточности. Для избавления от этого заболевания используется антимикробная терапия.

Шигеллез – бактериальное заболевание, вызываемое бактерией *Shigella*. Оно поражает пищеварительный тракт человека и повреждает слизистую оболочку кишечника. Симптомами заболевания являются водянистая или кровавая диарея, спазмы в животе, рвота и тошнота, которые можно вылечить с помощью антибиотиков и соблюдения правил гигиены. Сальмонеллез поражает кишечный тракт. Бактерии сальмонеллы содержатся в загрязненной воде, что приводит к воспалению кишечника и нередко к летальному исходу. При этом заболевании назначаются антибиотики [19].

Вирусные заболевания: гепатит, энцефалит, полиомиелит, гастроэнтерит. Гепатит, вызывается загрязненной водой и поражает печень. Симптомами гепатита являются желтуха, потеря аппетита, усталость, дискомфорт и высокая температура. При длительном течении болезнь может привести к летальному исходу. Против гепатита существует вакцина, и, соблюдая правила гигиены, можно избавиться от этого заболевания [19]. Энцефалит – воспалительное заболевание, распространяющееся через укусы инфицированных комаров и клещей. Комар *Culex* откладывает свои яйца в загрязненную воду. У большинства людей не наблюдается никаких симптомов, однако некоторые из них проявляются в виде головной боли, высокой температуры, ригидности мышц, судорог, а в тяжелых случаях – комы и паралича. Вакцины от этого заболевания не существует [20].

Вирус полиомиелита вызывает полиомиелит. Симптомами полиомиелита являются боль в горле, лихорадка, тошнота, запор и диарея, а иногда и паралич. Против этого заболевания существует вакцина [21]. Гастроэнтерит вызывается различными вирусами, включая ротавирусы, аденовирусы, калицивирусы и вирус *Norwalk*. Симптомами гастроэнтерита являются рвота, головная боль и повышение температуры. Симптомы проявляются через 1-2 дня после заражения. Заболевание может быть опасным для младенцев, детей младшего возраста и инвалидов [21].

Паразитарные заболевания: криптоспоридиоз, гиардиаз. Криптоспоридиоз – паразитарное заболевание, вызываемое криптоспоридиями (*Cryptosporidium parvum*). Это заболевание распространено во всем мире, его симптомами являются диарея, жидкий или водянистый стул, спазмы в животе и расстройство желудка [19]. Криптоспоридия устойчива к дезинфекции, поражает иммунную систему и является причиной диареи и рвоты у людей [20]. Желчная амеба вызывается *Entamoeba histolytica* и поражает слизистую оболочку желудка. Этот паразит имеет цистную и нецистную формы. Заражение происходит при попадании цисты в загрязненную воду и ее проглатывании. Симптомами являются лихорадка, озноб и водянистая диарея [19]. По данным ВОЗ, случаи диареи составляет около 4 млрд. человек и приводит к 2,2 млн. смертей [22]. Гиардиаз вызывается *Giardia lamblia*. При этом могут повреждаться клетки выстилки кишечника. *Giardia* устойчива к зимней температуре и дезинфицирующим средствам. Иногда это заболевание называют болезнью путешественников. У людей, страдающих лямблиозом, наблюдаются вздутие живота, повышенное газообразование, водянистая диарея и потеря веса [20].

Аналитические исследования загрязненности воды крайне интересны как с научной точки зрения, так и с практической. Такие исследования по загрязнению воды проводят на основе анализа экспериментальных лабораторных измерений загрязненности сточных вод, определяемой основными загрязнителями: промышленность, сельское хозяйство, жизнедеятельность человека. По данным таких измерений [23–25] можно получить и изучить ряд характерных закономерностей. Например, динамика сброса загрязненных сточных вод за период 2010 – 2014 г.г. показана на рис. 1

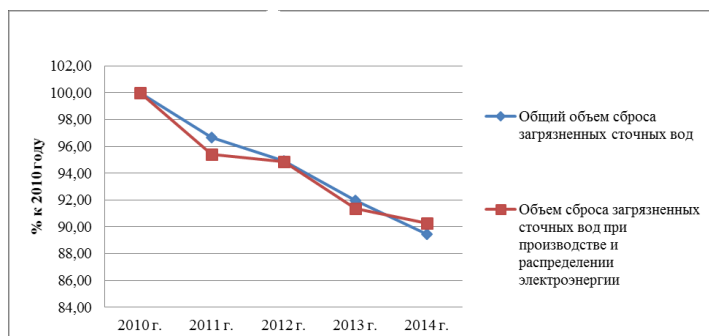


Рисунок 1. динамика сброса загрязненных сточных вод

На рис.1 представлены общий объем сброса и объем сброса загрязненных сточных вод при производстве и распределении электроэнергии, причем видно, что эти данные приблизительно совпадают, что говорит об основной доле загрязнений от производства и распределения электроэнергии. Однако этот, в нашем случае, частный вывод существует на фоне общей закономерности снижения общего объема сброса загрязненных сточных вод. Выявленная закономерность подтверждается другими данными [23–25] и ясно, что такие закономерности выполняются благодаря планомерной работе и мероприятиям противодействия загрязнению: очистные и фильтрационные установки и оборудование, экологический контроль, система экологических штрафов и другие меры.

На рис. 2 показано изменение содержания органических веществ и минеральных солей в период 2017 – 2020 г.г. в течение четырех лет. Нетрудно видеть снижение уровня загрязнения сточной воды и успешность работы системы очистки.

На рис. 3 показаны объем и содержание загрязнителей в сточной воде – это важные параметры для оценки степени загрязнения. Очевидно, что преобладающими загрязнителями являются органика и неорганика и очень мала доля металлов и других загрязнителей [23–25].

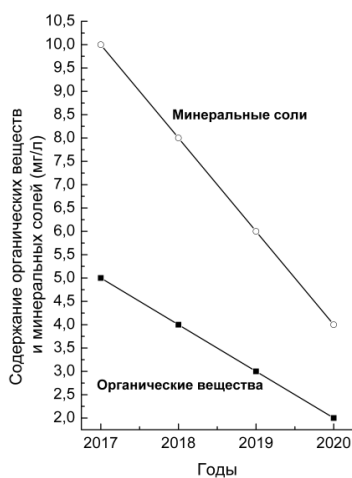


Рисунок 2. изменение содержания органических веществ и минеральных солей

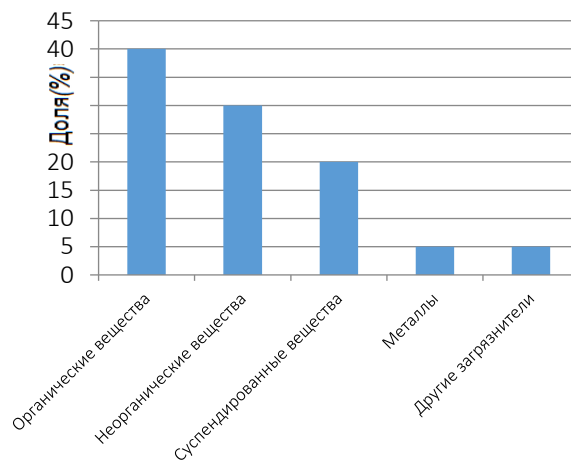


Рисунок 3. объем и содержание загрязнителей в сточной воде

В заключение можно сделать следующие выводы и рекомендации. Загрязнение воды является глобальной проблемой, и мировое сообщество сталкивается с самыми серьезными последствиями загрязнения воды. Основными источниками загрязнения воды являются сброс бытовых и сельскохозяйственных отходов, рост населения, чрезмерное использование пестицидов и удобрений, а также урбанизация. Бактериальные, вирусные и паразитарные заболевания распространяются через загрязненную воду и негативно сказываются на здоровье человека. Рекомендуется создать надлежащую систему утилизации отходов и очищать их перед попаданием в реку. Для борьбы с загрязнением следует организовать образовательные и просветительские программы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Исмагилов Р. Р. Проблема загрязнения водной среды и пути ее решения / Молодой учёный.– № 11 (46), Ноябрь, 2012 г.– С. 127 – 129
2. Аверина Ю.М., Ветрова М.А., Рыбина Е.О. Чумакова А.А. Методы контроля качества воды / Успехи в химии и химической технологии.– ТОМ XXXIII. – 2019. № 3.– С. 25 – 27.
3. Арустамов Э.А., Левакова И.В. Загрязнение подземных вод стало актуальной экологической проблемой // Вестник Евразийской науки, 2019 №6 [Электронный ресурс] URL: <https://esj.today/PDF/40NZVN619.pdf> (дата обращения 29.10.2023)
4. Juneja T, Chauhdary A. Assessment of water quality and its effect on the health of residents of Jhunjhunu district, Rajasthan: A cross sectional study. *Journal of public health and epidemiology.* 2013;5(4):186-91.
5. Khan MA, Ghouri AM. Environmental Pollution: Its effects on life and its remedies. *Journal of arts, science and commerce.* 2011;2(2):276-85.
6. Вострикова М.А., Шкода В.В. Основные виды загрязнений водных объектов / Международный научный журнал «Инновационная наука» .– №4.– 2016.– С. 10 – 11.
7. Kamble SM. Water pollution and public health issues in Kolhapur city in Maharashtra. *International journal of scientific and research publications.* 2014;4(1):1-6.
8. Карманова А.А. Глобальная водная проблема / Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral».– №1.– 2021.–С. 64–70.
9. Jabeen SQ, Mehmood S, Tariq B, et al. Health impact caused by poor water and sanitation in district Abbottabad. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2011;23(1):47-50.
10. Khurana I, Sen R. Drinking water quality in rural India: Issues and approaches-Water Aid. *India water Portal.* 2008.
11. Ahmad SM, Yusafzai F, Bari T, et al. Assessment of heavy metals in surface water of River Panjkora Dir Lower, KPK Pakistan. *J Bio and Env Sci.* 2014;5: 144-52.
12. Corcoran E, Nellesmann C, Baker E, et al. Sick water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. 2010.
13. Nel LH, Markotter W. New and emerging waterborne infectious diseases. *Encyclopedia of life support system.* 2009;1:1-10.
14. Ullah S, Javed MW, Shafique M, et al. An integrated approach for quality assessment of drinking water using GIS: A case study of Lower Dir. *Journal of Himalayan Earth Sciences.* 2014;47(2):163-74.
15. Currie J, Joshua GZ, Katherine M, et al. Something in the water: contaminated drinking water and infant health. *Canadian journal of economics.* 2013;46(3): 791-810.
16. Ahmed T, Scholz F, Al-Faraj W, et al. Water-related impacts of climate change on agriculture and subsequently on public health: A review for generalists with particular reference to Pakistan. *International journal of environmental research and public health.* 2013;13:1-16.
17. Salem HM, Eweida EA, Farag A. Heavy metals in drinking water and their environmental impact on human health. *ICEHM.* 2000:542-56.
18. Chowdhury S, Annabelle K, Klaus FZ. Arsenic contamination of drinking water and mental health. 2015:1-28.

19. NPS.gov Homepage (U.S. National Park Service) [Электронный ресурс] URL: <https://www.nps.gov> (дата обращения 29.10.2023)
20. Лиханская Е.И. Криптоспоридии и их роль в патологии человека / Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.– 2012.– № 5 (66) .– С. 34–40
21. Ballester F, Sunyer J. Challenges to public health in the new millennium. Journal Epidemiol Community Health. 2000;54:2-5.
22. Andersson I, Fenger BH. Environment and human health. European environment agency. 2003:250-71.
23. Демин А.П. Динамика сброса загрязняющих веществ и качество воды в российской части бассейна трансграничной реки Урал / Вопросы степеведения. 2023 № 3.- С.26 – 38.
24. Хуцишвили А.Т. Анализ объема сброса загрязненных сточных вод по бассейнам рек и морей РФ / Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию, 2021 .– №23 .– С. 60 – 65.
25. Сторожева Е. О. Анализ сброса сточных вод: проблемы и пути решения / Е. О. Сторожева, А. В. Румянцева. – Текст : электронный // Система управления экологической безопасностью : сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19-20 мая 2023 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – С. 179-184.

THE PROBLEM OF WATER POLLUTION AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

Zhang Tingrui

The data on water pollution and its impact on human health are obtained and summarized based on the analysis of published scientific articles. Water covers about 70% of the Earth's surface. Safe drinking water is a basic need for all humans. According to WHO, 80% of diseases are waterborne. Industrialization, dumping of domestic wastes, radioactive wastes, population growth, excessive use of pesticides, fertilizers are the major sources of water pollution. These wastes have a negative impact on human health. Different chemicals have different effects depending on location and species. Bacterial, viral and parasitic diseases such as typhoid, cholera, encephalitis, polio, hepatitis, skin and gastrointestinal infections are spread through contaminated water. It is recommended that water quality should be checked regularly to avoid its devastating effects on human health.

Keywords: *water pollution, sources of water pollution, harmful chemicals, infectious diseases*

Сведения об авторах:

Чжан Тинжуй

Магистрант, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

УДК 504.53

DOI 10.58551/20728158_2023_10_72

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

Шахринова Надежда Викторовна,
Стромова Айгуль Вилловна

В статье приведены результаты исследования кислотно-основных характеристик верхних слоев почвы, испытывающей техногенное воздействие промышленной зоны АО «Камский завод металлоконструкций «ТЭМПО» города Набережные Челны Республики Татарстан. Произведено определение водородного показателя, кислотной и щелочной буферной емкости, остаточной кислотности и щелочности. Установлена повышенная техногенная нагрузка на почвенный покров изучаемой территории. Деградация почвы практически отсутствует.

Ключевые слова: *кислотно-основные свойства, почва, экология, pH, буферная емкость, загрязнители окружающей среды, антропогенное действие.*

Охрана окружающей среды, закрепленная различного уровня законодательными документами, может осуществляться лишь при получении достоверной и полной информации о состоянии природных объектов и изучении динамики изменения их состояния. Практическую важность представляет оценка состояния всех трех сред – воздуха, воды и почвы. Изучение состояния почв занимает особое место, так как именно она является средой, аккумулирующей загрязняющие соединения и токсиканты. За счет круговорота веществ в природе из почвы происходит их перенос как в воздух, так и в воду. В целом, устойчивость экологической системы к антропогенному загрязняющему фактору определяется в основном почвенным покровом.

Кислотно-основные свойства почвы играют важную роль в поддержании целостности и благополучия экосистем. Как правило, при антропогенном воздействии происходит изменение среды почвы. Часто многие исследователи отмечают подкисление почв как неблагоприятный фактор, вызванный воздействием деятельности человека, который понижает биологическую ценность почвы, приводит к росту подвижности токсичных элементов, ухудшает органическую составляющую почв. Тем не менее, исследования ряда ученых показали, что в условиях населенных пунктов и промышленных зон необходимо уделить внимание изменению среды почвы в щелочную сторону. [1,2]

Подщелачивание почв имеет определенные положительные моменты, в частности, для зон с подзолистыми почвами, где водородный показатель обычно низкий. Происходит улучшение плодородности почв за счет увеличения гумусного слоя и привноса некоторых элементов питания растений (фосфаты, катионы щелочных и щелочноземельных металлов). Повышается рост зеленой массы растений, для которых оптимальны нейтральная и слабокислая среда почвы. Наблюдается понижение подвижности катионов многих тяжелых металлов, например, свинца, меди, цинка, и снижение их общей концентрации за счет образования малоподвижных соединений.

Негативные моменты связаны со значительным уровнем поступления пылевидных загрязнителей техногенного происхождения. При повышении pH почвы выше определенного уровня наблюдается гибель растений. Несмотря на понижение подвижности тяжелых металлов, возникает возможность их повышенной аккумуляции и, следовательно, опасность вторичного загрязнения при ветровой эрозии почв. [3]

Образцы почвы для исследования отбирались на территории АО «Камский завод металлоконструкций «ТЭМПО», расположенной в г. Набережные Челны Республики Татарстан в

2023 году согласно установленным требованиям к отбору проб почв для химического исследования. Для отбора почвенных образцов для анализа использовался географический принцип – на исследуемую территорию накладывали условно-равномерную сетку. При выборе точек отбора проб по возможности отбирали большее количество проб с участков с высокой антропогенной нагрузкой, меньшее количество проб – с минимальными загрязняющими факторами. Впоследствии установлено, что функциональное назначение территории – ключевой фактор уровня загрязнения почвы. В соответствии с ГОСТ 17.4.02-2017 отбор точечных проб почв для проведения физико-химического анализа проводят на пробной площадке из одного или нескольких слоев методом конверта. Каждая проба должна представлять часть почвы, типичной для слоев данного типа почв. Для определения кислотно-основных характеристик образцов почвы приготовлена солевая вытяжка согласно стандартизированной методике. [4,5]

В результате проведенных исследований, можно отметить, что водородный показатель анализируемой почвы имеет тенденцию к смещению в нейтральную и слабощелочную среду. Распределение образцов, отобранных на различных частях исследуемой территории, имеет диапазон значений в интервале от 6,62 до 7,71. Данный интервал свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке на почву, так как для климатической зоны расположения г. Набережные Челны характерно фоновое значение pH приблизительно 5,5.

Практически везде на глубине около 30 см встречаются остатки строительного мусора, скрытого верхним привозным или насыпным слоем грунта. Именно этот слой почвы образует карбонатный буфер, вызывая понижение кислотности почвы.

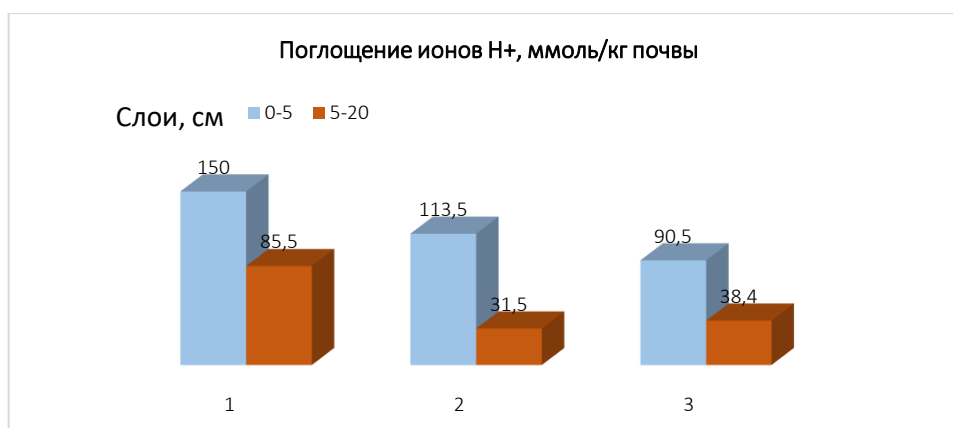
Также при формировании почвенного покрова оказывают влияние техногенные факторы, например, оседание технической пыли с преимущественно щелочной средой, строительная пыль и отходы производства.

Таблица 1

Значение водородного показателя почвы

Зона	Слой, см	pH ± ΔpH
Промышленная	0-5	7,62 ± 0,09
	5-20	7,68 ± 0,11
Естественный ландшафт	0-5	5,22 ± 0,25
	5-20	5,61 ± 0,25

Кислотно-основная буферная емкость является важным свойством почв, которая обуславливает экологические функции, поддерживая постоянство почвенной экосистемы при влиянии внешних факторов. Для изучения этого показателя проводилась оценка изменения реакции почвенных образцов при прибавлении раствора соляной кислоты или щелочи. Проведено исследование буферной емкости по отношению к подкислению и подщелачиванию. Количественной характеристикой являлось количество ммоль ионов H^+ и OH^- , требуемых до достижения pH почвенной суспензии 3,5 и 8,5 в пересчете на 1 кг почвы.

Рисунок 1. Поглощение ионов H^+ в различных диапазонах pH, ммоль/кг почвы

Функциональные зоны: 1 – промышленная, 2 – транспортная, 3 – естественный ландшафт.

Для оценки эффективности поглощения ионов H^+ и OH^- использован расчетный показатель, отражающий процент приращения содержания указанных ионов в почвенной суспензии от количества добавленной кислоты (термин «остаточная кислотность») или щелочи (термин «остаточная щелочность»).

По результатам определения кислотной буферной емкости необходимо отметить, что наибольший потенциал буферности наблюдается в почвенном покрове промышленной зоны, где количество соляной кислоты, ушедшее на изменение pH почвенной суспензии до 3,5, составляло не менее 85,5 ммоль/кг и доходило до значения 150 ммоль/кг.

Потребление соляной кислоты для нейтрализации происходило активно в диапазоне pH 5,0-7,5, что связано с участием в реакции карбонатной буферной системы почвы и специфических органических веществ гумуса. В слое почвы 0-5 см всегда наблюдаются более высокие значения буферной емкости, чем в слое 5-20 см.

В почве естественного ландшафта наблюдается наименьшая буферная емкость, на уровне поглощения 90 ммоль H^+ /кг. Вероятнее всего это обусловлено песчаным гранулометрическим составом почвы, который не препятствует вымыванию оснований и ряда органических соединений. Основное поглощение ионов H^+ происходит в области pH 1,0-3,0, где реакция нейтрализации происходит за счет оксидов и гидроксидов алюминия и железа.

Буферная емкость почв контрольных образцов находится на уровне единиц ммоль/кг. Практически во всех исследованных образцах, верхний слой почвы 0-5 см имеет более высокую буферность, чем слой 5-20 см.

Оценка эффективности нейтрализации кислоты рассчитана через показатель, названный «остаточная кислотность», который отражает процент приращения содержания ионов H^+ в почвенной суспензии в зависимости от количества прибавленной соляной кислоты. Результаты исследования показывают существенное изменение эффективности поглощения ионов H^+ при различной величине pH.

При рассмотрении полученных данных можно отметить, что наблюдается тенденция к снижению эффективности поглощения ионов H^+ при смещении в более кислую среду. При значениях pH в диапазоне 5-8 величина остаточной кислотности находится в порядке $10^{-3} - 10^{-4}\%$, а при области значений pH 1,0-4,0 остаточная кислотность принимает значения до десятков процентов.

Таким образом, можно отметить, что почвенные процессы оказывают существенное влияние на буферную емкость почвы. Наибольшее влияние на ограничение подкисления почвы имеют растворение карбонатных солей, содержащихся в почве и образующих карбонатную буферную систему; процессы катионного обмена с органическими кислотами гумуса; протонирование карбоксильных групп почвенных фульвокислот и анионов карбоновых кислот с небольшими молекулярными массами.

Также отмечено, что на буферность почвы в меньшей степени влияние оказывают процессы, преобладающие при pH менее 4,0, такие как, растворение солей сильных органических кислот, гидроксидов алюминия и железа; распад комплексных соединений ряда металлов; реакции замещения алюминия на карбоксильные группы гумусовых кислот. Доминирующее влияние на кислотную емкость буфера почвы оказывает содержание органического гумусного вещества.

Выше уже было отмечено, что для почв городских территорий и промышленных зон характерен процесс подщелачивания за счет влияния антропогенного фактора. В связи с этим, изучение щелочной (гидроксильной) буферной емкости является актуальной задачей.

Результаты исследований щелочной буферности почвы коррелируют с результатами, полученными при кислотном воздействии. Это объясняется одинаковым механизмом нейтрализации щелочного и кислотного действия почвенным буфером. В целом можно отметить, что исходная высокая кислотность почвы обуславливает повышенное буферное противодействие подщелачиванию.

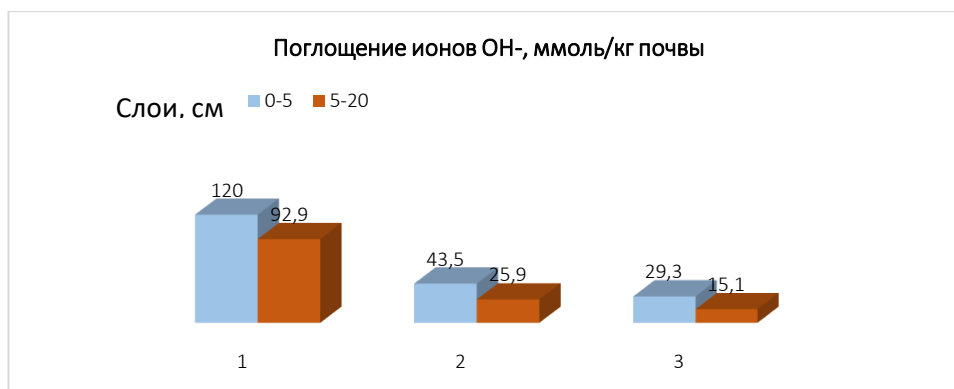


Рисунок 2. Поглощение ионов OH⁻ в различных диапазонах pH, ммоль/кг почвы. Функциональные зоны: 1 – промышленная, 2 – транспортная, 3 – естественный ландшафт

При анализе полученных результатов, можно отметить, что достижение критического для почвы значения pH $\geq 8,5$ происходит при следующих показателях:

- для слоя 0-5 см образцов промышленной зоны требуется до 120 ммоль OH⁻/кг и для слоя 5-20 см – до 93 ммоль OH⁻/кг; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон pH 7,0-10,0;
- в транспортной зоне аналогичные показатели соответственно 43,5 и 25,9 ммоль OH⁻/кг; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон pH 8,0-12,0;
- в зоне естественного ландшафта – 29,3 и 15,1 ммоль OH⁻/кг; преимущественное поглощение гидроксильных ионов приходится на диапазон pH 9,0-13,0.

Предварительно отмечено, что большая исходная кислотность почвенной суспензии, определяет большее количество пошедшей на нейтрализацию щелочи.

Оценка эффективности нейтрализации щелочи рассчитана через показатель, названный «остаточная щелочность», который отражает процент приращения содержания ионов OH⁻ в почвенной суспензии в зависимости от количества прибавленного гидроксида натрия. Результаты исследования показывают существенное изменение эффективности поглощения ионов OH⁻ при различной величине pH.

Эффективная щелочная буферная емкость (также, как и кислотная буферность) снижается с увеличением величины pH. В диапазоне среды ниже 7,0 (нейтральная и кислая среды) остаточная щелочность почвенной суспензии составляет до 10⁻⁵%, а слабощелочной и щелочной среде показатель вырастает до десятков процентов.

Можно предположить, что основным фактором, влияющим на буферность почв, являются качественный и количественный состав органических компонентов, и возможно, поступление щелочных веществ с пылью и атмосферными осадками.

Практически всегда почвенный покров промышленных территорий имеет тенденцию к подщелачиванию (тем более кислых почв). Как правило, почвенный pH находится в диапазоне значений 6,0-9,0, так как пылевидные загрязнители и строительный мусор содержат большое количество карбонат-ионов, которые образуют почвенный карбонатный буфер, препятствующий дальнейшему увеличению pH среды. Однако в промышленных и транспортных зонах вероятно избыточное поступление щелочных соединений и наблюдается повышение pH более 9,0.

Подводя итоги исследований по кислотно-основным характеристикам анализируемой почвы можно сделать следующие выводы:

1. Основное значение на кислотно-основные свойства почвы оказывает близость загрязняющих факторов, в частности, промышленные территории.
2. Остатки строительного мусора, содержащие большое количество подщелачивающих веществ вызывают повышение pH почвенного покрова.
3. Особенности антропогенного (техногенного) воздействия определяют кислотно-основные характеристики почвы.

Таким образом, можно заключить, что антропогенное воздействие (как химическое, так и механическое) является ключевым фактором характера распределения металлов в почвенном

покрове населенных пунктов и промышленных территорий. При жилищном и дорожном строительстве наиболее часто наблюдается нарушение типичного распределения металлов за счет механического воздействия. Химическое воздействие приводит к накоплению элементов в верхних слоях почвы, вызывая также изменение водородного показателя и содержания органического вещества. В некоторых случаях, при незначительном антропогенном воздействии, распределение металлов в почвенном профиле обуславливают естественные почвенные процессы, не тормозящие перемещение подвижных форм элементов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство: 2-е изд., перераб. и доп. / Другов, Ю. С. и [др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, – 2007. – 424 с.
2. Дабахов, М. В. Проблемы установления факта и степени негативного воздействия на состояние почвенного покрова / М. В. Дабахов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № S2(30). – С. 51-58.
3. Роева, Н.Н. Особенности поведения тяжелых металлов в почвах / Н. Н. Роева, С. С. Воронич, И. А. Зайцева // Экологические системы и приборы. – 2021. – № 7. – С. 17-24. – DOI 10.25791/esip.07.2021.1238.
4. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2017. – 9 с.
5. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определения ее pH по методу ЦИНАО. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 6 с.

DETERMINATION OF ACID-BASE PROPERTIES OF SOIL IN INDUSTRIAL ZONE

Shakhrinova N.V., Stromova A.V.

The article presents the results of a study of the acid-base characteristics of the upper layers of soil experiencing technogenic impact in the industrial zone of JSC Kama Metal Structures Plant TEMPO in the city of Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan. The pH value, acid and alkaline buffer capacity, residual acidity and alkalinity were determined. An increased technogenic load on the soil cover of the study area has been established. There is virtually no soil degradation.

Keywords: acid-base properties, soil, ecology, pH, buffer capacity, environmental pollutants, anthropogenic action.

Сведения об авторах:

Шахринова Надежда Викторовна

Канд.биол.наук., доцент кафедры биологии, экологии и химии, ФГБОУ ВПО «Уфимский университет науки и технологий», филиал в г.Бирск

Стромова Айгуль Виловна

Магистрантка, ФГБОУ ВПО «Уфимский университет науки и технологий», филиал в г.Бирск.

Email: aldrich@mail.ru

Учредитель журнала: Мельников Игорь Олегович, кандидат химических наук

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью
"Издательство "Манускрипт" (ОГРН 1226100004679)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), Свидетельство серия серия ПИ № ФС 77 – 31640 10.04.2008, **Адрес:** 127473, Москва г., 3-й Самотечный пер., д. 23, кв. 48
Тел. +7 951 528 22 82 **E-mail:** VAK-info@yandex.ru

Отпечатано в типографии ООО «Издательство «Манускрипт»
Подписано в печать 10.11.2023. Выход в свет 20.11. 2023г.
Тираж 150 экз. Заказ № 22–111/ РС–23. Цена свободная

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Статья, направляемая в журнал «ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ», предоставляется в электронном виде в текстовом редакторе Microsoft Word по e-mail: VAK-info@yandex.ru

Файл с текстом статьи должен иметь расширение *.doc или *.docx. Разметка страницы: поля со всех сторон 2 см, ориентация книжная, формат А4. Текст набирается шрифтом Times New Roman, размер (кегель) 14, абзацный отступ 1,25 см, межстрочный интервал полуторный с использованием автоматической расстановки переносов. Аннотация (от 100 до 150 слов); ключевые слова на русском языке (5–8 слов). Название статьи, аннотация, ключевые слова, сведения об авторах должны быть переведены на английский язык.

Исключить громоздкие цифровые и формульные таблицы, а также рисунки, более, чем на 0,5 страницы. Все таблицы и рисунки должны быть в тексте, подписаны, ссылки на них по тексту обязательны.

Список использованной литературы составляется по алфавиту в конце статьи в соответствии с ГОСТ. Ссылки на литературу в тексте отмечаются арабскими цифрами в квадратных скобках.

В статье должны быть указаны следующие сведения о каждом авторе: фамилия, имя, отчество (полностью); место работы и должность; ученая степень; домашний адрес (если необходимо почтовый экземпляр); контактный телефон; адрес электронной почты. Название ВУЗов полностью, без сокращений.

Таким образом, файл должен содержать:

- ✓ индекс УДК
- ✓ аннотацию – 100–150 слов
- ✓ ключевые слова (не более 5–8 на русском и английском языках)
- ✓ название
- ✓ основной текст статьи
- ✓ список литературы

Основной текст рукописи экспериментальной статьи рекомендуется излагать в следующей последовательности:

– **введение** с четким и кратким изложением состояния рассматриваемого вопроса и анализом литературных данных, постановкой цели и задач данного исследования;

– **экспериментальная часть** (применяемые аппаратура, материалы, химические реактивы и методика проведения эксперимента в кратком изложении);

– **результаты** проведенных исследований и их обсуждение;

Все статьи проверяются на ПЛАГИАТ. Процент авторского текста должен составлять не менее 75%. Цитирования не более 25%.

Все поступающие в редакцию материалы должны быть проверены на наличие заимствований из открытых источников (попросту – плагиат), проверка выполняется с помощью системы AntiPlagiat.ru.

Контактные лица:

Ответственный редактор: Жанна Сергеевна, тел., +7951 528 22 82

E-mail: VAK-info@yandex.ru