

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ – XX

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ),
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ
ОБРАЗОВАНИЯ ТАТАРСКОЙ АССР**

Казань, 28 – 30 сентября 2020 г.



Казань 2020

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Лиссабонский университет
Таджикский технический университет имени М.С. Осими
Самарский государственный технический университет
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан
Общественная палата Республики Татарстан

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ – XX

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ),
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ТАТАРСКОЙ АССР**

Казань, 28 – 30 сентября 2020 г.



Казань 2020

УДК 371/378, 502/504, 519/574, 620/622
ББК 20.1
Х46

Х46 **Химия и инженерная экология:** сборник трудов международной научной конференции, Казань, 28 – 30 сентября 2020 г. – Казань: Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2020. – 380 с.

ISBN 978-5-6045150-1-3

Сборник содержит материалы докладов отечественных и зарубежных участников международной научной конференции (школа молодых ученых) «Химия и инженерная экология – XX», посвященных решению актуальных прикладных задач инженерной экологии, в том числе в области экологического мониторинга, методов и средств очистки выбросов и сбросов, утилизации отходов производства и потребления, использовании новых экологичных материалов и технологий.

УДК 371/378, 502/504, 519/574, 620/622
ББК 20.1

Редакционная коллегия:

Тунакова Ю.А. доктор химических наук, профессор
Кирсанов В.В. доктор технических наук, профессор
Овчинников В.В. доктор химических наук, профессор
Мингазетдинов И.Х. кандидат технических наук, доцент
Кулаков А.А. кандидат технических наук, доцент
Мальцева С.А. кандидат химических наук, доцент
Гоголь Э.В. кандидат химических наук, доцент
Кремлева Н.В. кандидат химических наук, доцент
Шавалеева С.М. кандидат химических наук, доцент
Иванов Д.В. кандидат биологических наук, зам. директора ИПЭН АН РТ

ISBN 978-5-6045150-1-3

©Авторы, указанные в содержании, 2020
© Оформление.
Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2020

УДК 66.081

**ОЧИСТКА МОДЕЛЬНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕДИ
КИСЛОТОМОДИФИЦИРОВАННЫМИ ОБРАЗЦАМИ
ПЛОДОВЫХ ОБОЛОЧЕК ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ**

Алексеева А.А., кандидат технических наук, доцент

Степанова С.В., кандидат технических наук, доцент

Салимова И.Э., обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»),
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: в статье рассмотрена возможность использования модифицированных лигнино-целлюлозосодержащих сорбционных материалов на основе злаковой культуры – плодовой оболочки пшеницы в качестве сорбента для очистки модельных вод от ионов Cu^{2+} .

Ключевые слова: плодовые оболочки зерен пшеницы, ионы меди, очистка воды

**PURIFICATION OF MODEL WATER FROM COPPER IONS BY
ACID-MODIFIED SAMPLES OF WHEAT GRAIN FRUIT SHELLS**

Alekseeva A.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Stepanova S.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Salimova I.E., the student

Kazan National Research Technological University
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: the article discusses the possibility of using modified lignin-cellulose-containing sorption materials based on a cereal crop - a wheat fruit shell as a sorbent for purifying model waters from Cu^{2+} ions.

Keywords: wheat grain fruit shells, copper ions, water purification

В настоящее время при быстрой динамике развития промышленного и сельскохозяйственного производства проблема очистки поверхностных и сточных вод (СВ) становится все более актуальной. Одними из опасных загрязнителей, проникающие в водоемы и водотоки в результате сбросов СВ промышленных предприятий являются промышленные загрязнители (ПЗ), например ионы тяжелых металлов (ИТМ). Они представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности, вследствие мутагенного, канцерогенного и патогенного воздействия на биоту. Вынос с стоками вод загрязненных металлом, осаждение из воздушной среды, приводят к повышению концентрации ИТМ в поверхностных водах, в том числе в донных отложениях. Ионы меди и

ее соединений обладают ярко выраженным токсическим действием на все живые организмы, поэтому ее ПДК для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения составляет не более 0,001 мг/л. Необходимость выделения меди из сточной воды, помимо ее вредного влияния, диктуется еще и ценностью выделяемого сырья.

Для очистки сточных вод от ИТМ применяют различные методы, наиболее эффективным способом удаления тяжелых металлов из СВ является сорбционный метод. Используют сорбенты на основе цеолитов, природных материалов и др. Часто эти материалы имеют высокую стоимость и требуют использования природных ресурсов.

В качестве сорбентов зачастую применяют активные угли, т.к. они обладают высокой сорбционной емкостью. Предлагаемые технологии обеспечивают степень очистки гальванических стоков до 95-99 %. Преимуществами данного метода являются возможность удаления загрязнений различной природы, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом [1].

Особый интерес учёных занимают исследования, нацеленные на изучение сорбционных свойств доступных природных сорбционных материалов (СМ), обладающих рядом преимуществ: низкой стоимостью, доступностью, а также возобновляемостью. В качестве такого материала себя хорошо зарекомендовали целлюлозосодержащие сорбционные материалы (ЦСМ), а также их модификаты. Россия является ведущим в мире производителем зерновых культур. Объем образования зерновых отходов переработки пшеницы составляет 4 млн. т/год. [2].

Цель исследования – изучение сорбционных свойств исходных и модифицированных лигнино-целлюлозосодержащих сорбционных материалов на основе плодовых оболочек зерен пшеницы (ПОЗП) по отношению к ионам меди.

В ходе работы определялась возможность использования ПОЗП в качестве сорбционного материала для очистки модельных вод от ионов меди (II). В качестве модельной воды использовали раствор соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ с концентрациями ионов Cu^{2+} от 20 мг/л до 4000 мг/л. Модификация сорбентов производилась следующим образом: в 200 мл раствора серной кислоты концентрацией 1% помещалось 20 г сорбционного материала. После чего содержимое колбы тщательно сбалтывалось на магнитной мешалке. По завершению контактирования (10 мин) СМ удалялся, несколько раз промывался дистиллированной водой до достижения нейтрального значения pH и сушился в сушильном шкафу при температуре 110 ± 5 °C до постоянной массы.

Процесс очистки производился следующим образом: в плоскодонные колбы объемом 250 см³ наливали по 200 см³ растворов, содержащих ионы Cu^{2+} в концентрациях от 20 мг/дм³ до 4000 мг/дм³, и помещались образцы исследуемого СМ. Эксперимент проводился в течение трех часов при постоянном перемешивании. Затем СМ отфильтровывался, а в фильтрах определялось остаточное содержание ионов Cu^{2+} с помощью фотометрического метода определения и остаточные концентрации Cu^{2+} согласно стандартным методикам [3].

Согласно описанным выше методикам получили следующие результаты

очистки модельных от ионов меди при различных начальных концентрациях загрязнителя. Данные сорбционной емкости нативным и модифицированным образцом ПОЗП приведены на рисунке 1.

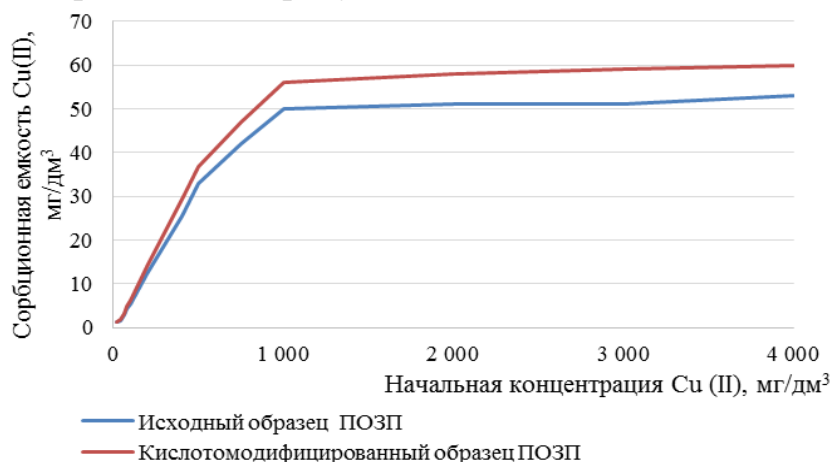


Рис. 1. Зависимость сорбционной емкости исходного и модифицированного ПОЗП по отношению к ионам меди.

Как видно из рисунка 1 модификация ПОЗП раствором серной кислоты оказывает положительное влияние на сорбционную емкость по отношению к ионам Cu^{2+} . При начальных концентрациях ионов Cu^{2+} от 1000 до 4000 мг/дм³ сорбционная емкость модифицированного образца увеличивается в среднем на 15 %. Так же видно что оба образца имеют предел сорбционной способности и при начальных концентрациях 1000 мг/дм³ загрязнителя выходят на плато после чего сорбционная емкость увеличивается незначительно.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность использования плодовых оболочек пшеницы в качестве сорбционного материала для очистки вод содержащих ионы Cu^{2+} , при этом модификация 1 % раствором серной кислоты улучшает сорбционную емкость.

Литература:

1. Кондратьева Т. А., Выборнова И. Б., Исмаилова Р. Н. Оценка экологического состояния водоемов города Казани // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodoemov-goroda-kazani> (дата обращения: 12.09.2020).
2. Latifundist.com. Топ-10 стран-производителей пшеницы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://latifundist.com/rating/top-10-stran-proizvoditelej-pshenitsy-v-2019-godu> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 13.09.20).
3. ПНД Ф 14.1;2.48-96 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди в природных и сточных водах. – Введ. 07. 10. 2013. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. – 10 с

УДК 502.36

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ САМООЧИЩЕНИЯ РЕК

Белозерова Е.А.

Красногорская Н.Н., доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет»
(г. Уфа, Российская Федерация)

Аннотация: В работе предложено создание сети малых ГЭС для урегулирования проблемы энергодефицита и низкого качества поверхностных вод. Рассчитана стоимость установки малой гидроэлектростанции (МГЭС), количество вырабатываемой энергии и экономический эффект.

Ключевые слова: ГЭС, аэрация, качество воды

SMALL HYDROPOWER FACILITIES FOR RIVER SELF- PURIFICATION PROCESSES INTENSIFICATION

Belozerova E.A.

Krasnogorskaya N.N., Doctor of Technical Sciences, Professor
Ufa State Aviation Technical University(Ufa, Russian Federation)

Abstract: The paper proposes creation of a network of small hydroelectric power plants (HPP) to resolve the problem of energy shortages and low quality of surface waters. The cost of a HPP installing, the amount of energy generated from 1 garland and the economic effect have been calculated.

Key words: hydroelectric power station, aeration, water quality.

В настоящее время отмечается снижение качества поверхностных вод, что связано с истощением запасов поверхностных вод и их непосредственным загрязнением. Водные экосистемы и особенно малые реки подвергаются наиболее интенсивному антропогенному загрязнению, вследствие чего резко ухудшается качество воды. Особенно сильно загрязняются малые и средние водотоки, находящиеся в промышленных и густонаселенных районах. Снижение самоочищающей способности приводит к деградации водных экосистем.

В тоже время с каждым годом увеличивается потребление энергии, тогда как запасы традиционных энергоносителей истощаются. В 2016 году выработка энергии электростанциями России, включая производство энергии на электростанциях промышленных предприятий, составила 1050 млрд кВт·ч. В общем объеме производства электроэнергии в России доля ГЭС составляет около 16 % (169,9 млрд. кВт·ч) [1].

Несмотря на то, что Россия располагает вторыми по размеру в мире гидроэнергетическими ресурсами 2395 млрд кВт·ч (9% мировой объема) после Китая, степень их освоения по сравнению с другими странами низкая.

В России свыше 2,5 млн. малых рек, на которые приходится около 99 % общего числа рек и около 93 % их протяжённости. В бассейнах малых рек формируется около 50% суммарного речного стока. Технический ресурс (потенциал) малых рек оценивается 357,1 млрд кВт·ч в год. На малых реках вырабатывается примерно 2,2 млрд кВт·ч в год (объём производства малыми гидроэлектростанциями (МГЭС) России) [2-3].

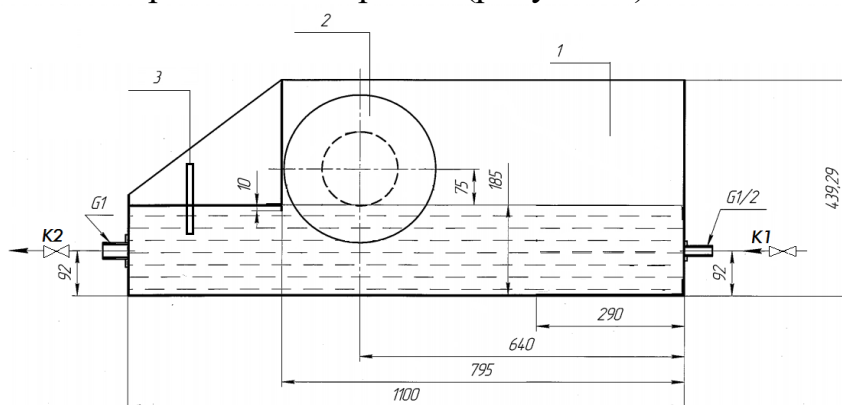
В настоящей работе в качестве практического решения, позволяющего урегулировать проблемы энергодефицита и низкого качества поверхностных вод, предлагается создание сети малых и микро ГЭС бесплотинного типа (гирляндная ГЭС, предложенная Блиновым в 1960 г.

Турбины вращаются с гибким валом (тросом) как одно целое. Увеличение мощности таких установок достигается не возрастанием размеров турбин, а увеличением их количества на одной гирлянде, также увеличением количества гирлянд, работающих на один генератор.

Находясь в потоке, гирлянда турбин воспринимает значительное лобовое сопротивление. Силы этих сопротивлений учитываются в конструкциях гирляндных ГЭС при натяжении гибкого вала гирлянды. В натянутом состоянии гибкий вал должен передавать крутящий момент турбин к рабочей машине – генератору, находящемуся на береговой опоре. Установки, вращаясь насыщают воду кислородом. Растворенный кислород находится в природной воде в виде молекул O_2 и служит косвенной характеристикой оценки качества поверхностных вод.

В целях повышения эффективности выработки электроэнергии гидроэлектростанцией гирляндного типа и повышения безопасности работы предложена линия гирляндной гидроэлектростанции с турбинами поплавкового типа.

Для моделирования процесса аэрации лопастным аэратором проведены эксперименты по определению скорости насыщения воды кислородом воздуха с использованием растворов $FeSO_4$ и $Fe_2(SO_4)_3$ окисления на лабораторном стенде лопастной поверхностной аэрации (рисунок 1).



1 – корпус лабораторного стенда; 2–турбина аэратора; 3– анализатор растворенного кислорода; K1, K2 – запорно-регулирующая арматура

Рис. 1. Лабораторный стенд для исследования аэрации воды

Исследование аэрации воды проводилось с использованием метода математического планирования эксперимента. Получена зависимость изменения концентрации ионов Fe^{3+} от: времени работы турбины аэратора - X_1 (t, мин); температуры воды - X_2 (Т, С); начальной концентрации FeSO_4 - X_3 :

$$Y = 9,33 - 0,16 \cdot X_1 + 0,27 \cdot X_2 - 0,18 \cdot X_3 - 0,03 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,1 \cdot X_1 \cdot X_3$$

Проверка по критерию Фишера показала адекватность уравнения. Погрешность расчетных данных не превышает 10%.

Эффективность работы гирляндной ГЭС в качестве аэратора оценивается с помощью коэффициента насыщения воды кислородом (КНК) по эмпирической формуле [4]:

$$\text{КНК} = 7,42 \times 10^7 \times N \times \left[\left(\frac{d}{D} \right)^{0,86} \times \left(\frac{W_f}{D} \right)^{0,18} \times \left(\frac{h}{D} \right)^{-0,28} \times (Re)^{0,70} \times (Fr)^{-0,19} \right] \quad (1.1)$$

где КНК – Суммарный коэффициент насыщения кислородом, с^{-1} ;

N – частота вращения барабана, 15 об/с;

d – глубина погружения лопасти, 0,1 м;

D – диаметр лопастного колеса, 0,3 м;

h – глубина воды в бассейне, 2,5 м;

W_f – ширина лопасти, 0,3 м;

Re – число Рейнольдса, 6858847;

Fr – число Фруда, 5,4.

$$\text{КНК} = 18,056 \times 10^{12} \text{с}^{-1}$$

Как видно, величина насыщения кислородом составила $18,056 \cdot 10^{12} \text{с}^{-1}$.

Стоимость изготовления и монтажа гирляндной ГЭС составила 361072 руб.

Расчет количества вырабатываемой энергии с 1 гирлянды производился по методике [5].

Исходные данные для расчета:

Скорость водного потока – $v=0,8 \text{ м/сек}$

Диаметр турбины – $d=0,3 \text{ м}$

Длина турбины – $l=0,5 \text{ м}$

Количество турбин – $n=151$

Коэффициент, учитывающий потери энергии в турбине $\eta_T = 0,46$

КПД редуктора, учитывающий потери в передаче $\eta_{\text{ред}} = 0,8$

КПД генератора $\eta_{\text{ген}} = 0,8$

Выработка электроэнергии гирляндной ГЭС за летний период:

$$W_r = P_{\text{ген}} \times 24(N_6 + N_7 + N_8) = 3,5 \times 24 \times (30 + 31 + 31) = 7,73 \text{ МВт}$$

При условии непрерывной работы гирляндной ГЭС в течение года, обеспеченность электроэнергией будет в несколько раз превосходить потребное значение в электроэнергии.

Расчет экономической эффективности выработанной энергии с 1 гирлянды. Стоимость одноставочного тарифа на электрическую энергию по Республике Башкортостан в населенных пунктах за весь летний период составляет

2,22...3,17 руб. за 1 кВт*ч. Стоимость энергии, вырабатываемой с 1 гирлянды:
 $Q = 2 \times W_r = 2,22 \dots 3,17 \times 7730 = 17161 \dots 24504 - \text{руб.}$

Аэрация водотоков является дополнительным мероприятием, направленным на восстановление окружающей среды, эффективность которого оценить в денежном эквиваленте на текущий момент трудно, однако, в долгосрочной перспективе МГЭС способствует реализации концепции устойчивого развития.

Литература:

1. Основные показатели электроэнергетики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/node/1161> (дата обращения 16.01.2017)
2. Пономаренко А.С. Классификация и перспективы минигидроэлектростанций [текст]/ А.С. Пономаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. - №89. – с 790-799.
3. Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Белозёрова Е.А., Тунакова Ю.А. Современные методы определения гидроэнергетического потенциала малых рек/В сборнике: Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сборник докладов международной научно-технической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 67-72.
4. Уитон Ф. Техническое обеспечение аквакультуры: пер. с англ. – М.: Агропромиздат. – 1985. – с 528.
5. Ларин В.И. Состояние и перспективы применения возобновляемых источников энергии в России [текст]/ В.И. Ларин // - М. – 2006. – с 94.

УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ В ЕГО СОСТАВЕ БУРОВОГО ШЛАМА

Власов А.С.¹, аспирант

Путин К.Г.^{2,3}, доктор технических наук, профессор

¹ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (г. Пермь, Российская Федерация)

²ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»
(г. Пермь, Российская Федерация)

³ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»
Пермский филиал (г. Пермь, Российская Федерация)

Аннотация: В статье описана проблема возникновения негативного воздействия от размещения бурового шлама в окружающей среде. Предложено применение бурового шлама в качестве замены минерального порошка в составе

асфальтобетона. Исследованы физико-механические параметры асфальтобетонных образцов.

Ключевые слова: устойчивое развитие, утилизация, буровой шлам, строительство дорог, асфальтобетон.

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE WITH THE USE OF DRILL CUTTINGS IN ITS COMPOSITION

Vlasov A.S.¹, graduate student

Pugin K.G.^{2,3}, Doctor of Technical Sciences, Professor

¹FSBEI HE «Perm National Research Polytechnic University»

(Perm, Russian Federation)

²FSBEI HE «Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov» (Perm, Russian Federation)

³FSBEI HE «Perm Branch of Volga State Academy of Water Transport»

(Perm, Russian Federation)

Annotation: The article describes the problem of the negative impact from the placement of drill cuttings in the environment. The use of drill cuttings as a substitute for mineral powder in asphalt concrete is proposed. Physical and mechanical parameters of asphalt concrete samples have been investigated.

Keywords: sustainable development, disposal, drill cuttings, road construction, asphalt concrete.

При работе нефтедобывающих предприятий происходит образование техногенного отхода – бурового шлама (далее БШ), который, имея в своём составе загрязняющие агенты, оказывает негативное воздействие на окружающую среду [1]. При этом остается актуальным вопрос о минимизации негативного воздействия на окружающую среду от БШ. БШ представляет собой измельчённую выбуренную породу, загрязнённую остатками бурового раствора. Только на территории ХМАО-Югры, на которой находятся 70% всех нефтяных скважин России, ежегодно образовывается 5 млн м³ БШ [2].

Компоненты, входящие в состав БШ: реагенты бурового раствора, нефтепродукты, тяжёлые металлы, хлориды формируют негативное воздействие БШ на окружающую среду из-за их взаимодействия с объектами окружающей среды [3]. В общий состав БШ может состоять из следующих компонентов: выбуренная порода – 48-72%; вода – 14-34%; тяжёлые металлы – 3-6%; хлориды – 0,1-0,6%; нефть и нефтепродукты – 0,1-2%; реагенты бурового раствора – 4-7%; прочие соединения – 0,1-1,5%. БШ, имея в своём составе полезные элементы, является одним из примеров техногенных отходов, обладающие ресурсным потенциалом [4].

Для исследования были отобраны образцы БШ на одних из крупных месторождений России: ХМАО, ЯНАО, Оренбургская область. Были определены физико-химические показатели образцов БШ. Анализ физико-химических

свойств показал, что в зависимости от рода БШ значения ХПК (химическое потребление кислорода) превышают нормы ПДК (предельно допустимых концентраций) в 14-50 раз, сухой остаток превышает нормы в 2 раза, содержание нефтепродуктов превышает нормы в 80 раз, хлориды превышают нормы в 6 раз, показатель жесткости превышает нормы в 2-5.

Было предложено направление утилизации БШ в составе асфальтобетона в качестве минерального порошка, что позволит снизить миграцию опасных соединений.

Исследование проводилось по ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия». Предварительно БШ был высушен до состояния мелкого сыпучего песка. Были приготовлены асфальтобетонные смеси различных составов. Смеси по классификации соответствуют типу Б, II марки, плотная. Были получены значения физико-механических показателей у асфальтобетонных образцов.

По полученным данным были построены графики зависимостей значений средней плотности, водонасыщения и предела прочности на сжатие асфальтобетонных образцов от процентного содержания в них БШ. Графики представлены на рисунках 1,2,3:

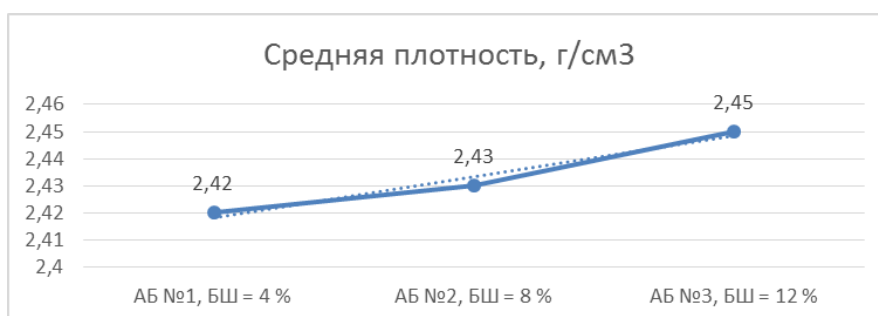


Рис. 1. Средняя плотность асфальтобетонных образцов

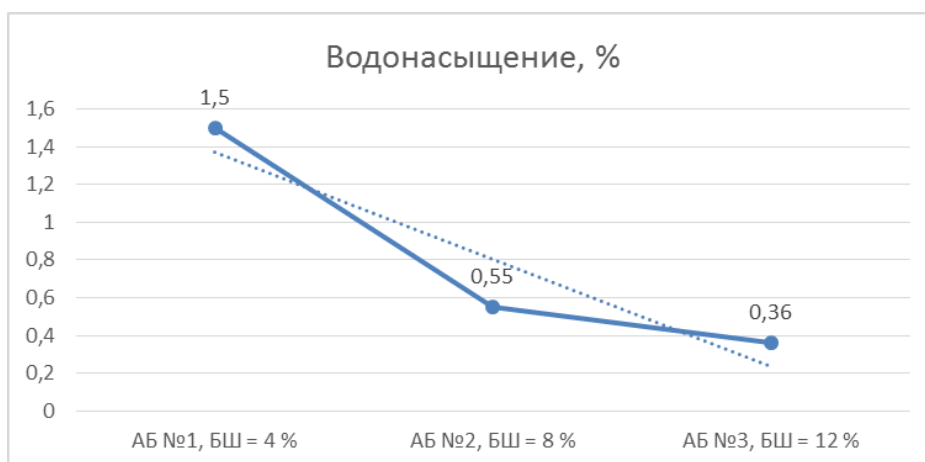


Рис. 2. Водонасыщение асфальтобетонных образцов

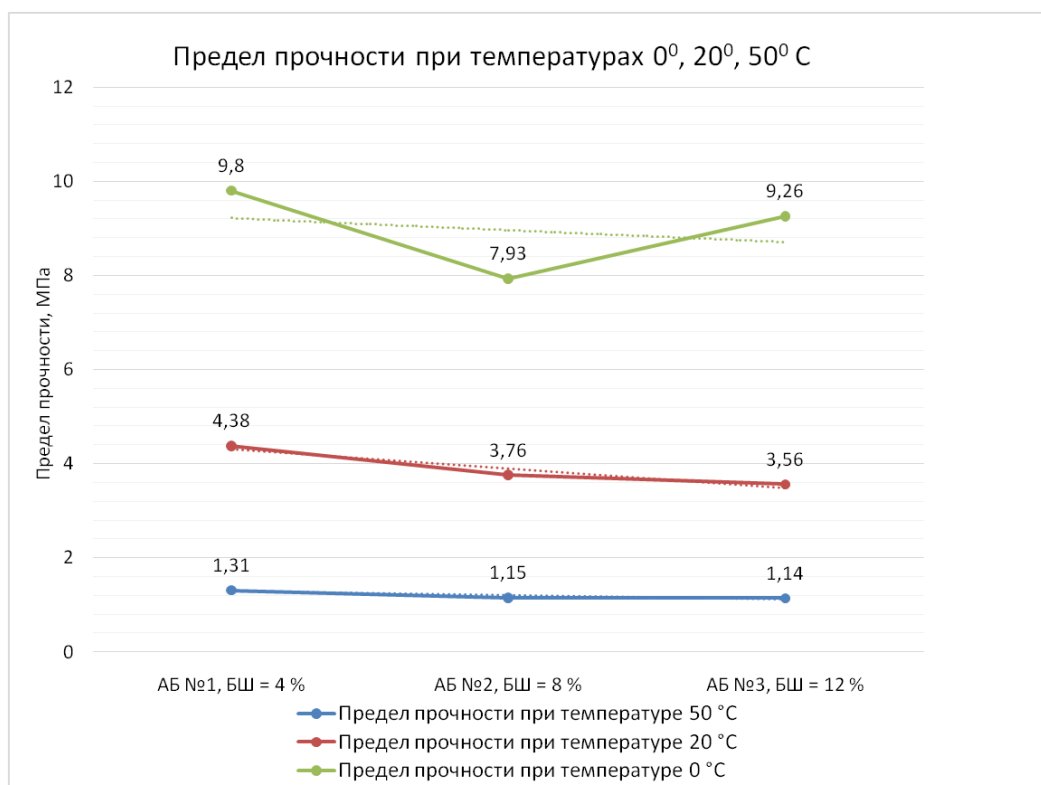


Рис. 3 Зависимости предела прочности при сжатии от содержания БШ

Из графиков следует, что с увеличением содержания БШ происходит увеличение средней плотности за счет уменьшения числа пор в структуре асфальтобетона. Вследствие чего уменьшается показатель водонасыщения, т.к. снижается количество свободных пор и водной среде сложнее проникнуть в структуру асфальтобетона.

Также из графиков следует, что с увеличением процентного содержания БШ в качестве минерального порошка в асфальтобетоне происходит падение предела прочности. Избыточное количество БШ (минерального порошка) приводит к снижению прочности покрытия. Это обусловлено неоднородностью состава БШ, из-за входящих в состав БШ хлоридов, реагентов бурового раствора и нефтепродуктов, которые способствуют ухудшению физико-механических свойств асфальтобетона.

Также были получены физико-механические показатели, позволяющие использовать БШ до 7 % в составе асфальтобетона, и определен оптимальный состав смеси, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 9128-2013, имеющий компонентный состав: природный песок – 12%; щебень – 46%; отсев дробления – 32-38%; буровой шлам – 1-7%; битум 90/130 – 5,3% (свыше 100% смеси).

Таким образом, приготовленный асфальтобетон с полученными физико-механическими характеристиками позволяет использовать ресурсный потенциал БШ в качестве минерального порошка в технологии получения асфальтобетонной смеси, что позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду от БШ, а также расширить номенклатуру дорожно-строительных материалов.

Литература:

1. Власов А.С., Пугин К.Г. Снижение техногенной нагрузки буровых шламов на окружающую среду // Отходы, причины их образования и перспективы использования: материалы междун. науч. экол. конф. – Краснодар: Изд-во Куб. гос. агр. ун-та. им. И.Т. Трубилина, – 2019. – С. 69-71.
2. Гурьева В.А. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики // Строительные материалы. – 2015. – № 4. – С. 75-77.
3. Reuben N. Okparanma, Perez P. Araka. Towards enhancing sustainable reuse of pre-treated drill cuttings for construction purposes by near-infrared analysis: A review // Journal of Civil Engineering and Construction Technology. – 2018. – № 9. – P. 19-39.
4. Власов А.С., Пугин К.Г. Влияние бурового шлама на объекты окружающей среды // Химия. Экология. Урбанистика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. – Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2019. – С. 61 - 65.

УДК 66.067.8.081.3

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ И РЕГЕНЕРАЦИЯ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Гаджиева В.А., аспирант;

Мирошниченко Ю.С., младший научный сотрудник;

Мясоедова Т.Н., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

(г. Таганрог, Российская Федерация)

Аннотация: В данной работе исследована сорбционная активность гуминовых веществ, а именно модифицированного гуминового препарата «Гумат-80» и «Гумат-ГК» (ОАО «Аграрные технологии», г. Иркутск) по отношению к ионам меди в динамических условиях, а так же изучена их регенерационная способность.

Ключевые слова: гуминовые вещества, сорбция, тяжелые металлы, эффективность очистки, десорбция.

SORPTION ACTIVITY AND REGENERATION OF SORBENTS BASED ON HUMIC SUBSTANCES

Gadzhieva V. A., graduate student

Miroshnichenko Y. S., junior researcher

Myasoedova T. N., candidate of technical sciences, Leading Researcher

Southern Federal University (Taganrog, Russia)

Abstract. In this work, the sorption activity of humic substances, namely, the modified humic preparation "Gumat-80" and "Gumat-GK" (JSC "Agrarian Technologies", Irkutsk), in relation to copper ions under dynamic conditions is studied, as well as

their regenerative capacity.

Keywords: humates, sorption, lead ions, removal efficiency, desorption.

В последние десятилетия внимание, к использованию сорбционного потенциала гуминовых веществ, значительно возросло. Благодаря своим свойствам связывания вредных веществ, гуминовые вещества могут с успехом использоваться для удаления тяжёлых металлов и нефтепродуктов из почв и сточных вод [1-2].

Гуминовые вещества представляют собой обширный и реакционноспособный класс природных соединений, входящих в состав органического вещества почв, природных вод и твердых горючих ископаемых. Наличие в молекулах гуминовых веществ широкого спектра функциональных групп, таких как карбоксильные, гидроксильные и др. в сочетании с присутствием ароматических фрагментов обуславливает их способность вступать во взаимодействия с различными типами экотоксикантов, тем самым снижая их токсическое воздействие на живые организмы и экосистемы.

Наиболее часто на промышленных производствах, процесс сорбции ионов тяжелых металлов осуществляется в динамических условиях, это связано с тем, что данный способ позволяет обеспечить непрерывность технологического производства, а также возможность его автоматизации. С целью изучения возможности применения гуминовых веществ в динамических условиях, была исследована возможность применения сорбентов на основе гуминовых веществ в динамических условиях.

В работе исследованы гуминовые препараты ООО «Аграрные технологии» (г. Иркутск) «Гумат-ГК» и модифицированный гумат, который был получен путем химической обработки препарата «Гумат-80» хлоридом кальция [3] (далее – «Гумат-80М»)

Исследования элементного состава гуминовых препаратов «Гумат-ГК» и «Гумат-80М» проводились методом энергодисперсионного анализа (INCA ENERGY 450/XT с детектором X-Act DDD, Oxford Instruments). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Элементный состав гуминовых препаратов

Гуминовый препарат	Элементный состав, масс.%						
	O	Na	Al	Si	S	Ca	Fe
«Гумат-ГК»	58,5	15,1	2,3	1,6	2,2	18,7	2,6
«Гумат-80М»	24,5	17	1,15	1,15	0,2	9,09	0,23

Из таблицы видно, что исследуемые образцы имеют схожий элементный состав, который довольно сложен и характеризуется наличием ряда химических элементов, таких как кислород, алюминий, кремний, сера и железа, что может говорить о наличии соответствующих оксидов. Присутствие алюминия и крем-

ния в образцах может указывать на свойства образования алюмосиликатов. Также следует отметить наличие в составе препаратов большого количества натрия. Присутствие кальция в обоих образцах указывает на образование кальциевой фазы, которая является нерастворимой и менее активной.

Экспериментально было установлено, что исследуемые гуминовые препараты способны эффективно очищать модельные растворы от ионов меди (эффективность очистки достигает 96%) в динамических условиях (рис.1).

Результаты исследований, представленные на рисунке 1, наглядно демонстрируют, что «Гумат-80М» обладает наилучшей сорбционной активностью, чем «Гумат-ГК». Это связано с тем, что величина сорбционной активности напрямую зависит от дисперсности гуминовых веществ [4]. Следовательно, наибольшей дисперсностью обладает модифицированный «Гумат-80М».

Сорбция относится к обратимому процессу, при котором поглощенное сорбентом вещество может переходить обратно в раствор.

Взаимодействия гуминовых кислот с ионами металлов носят комплексный характер, обусловленный их гетерогенным, полиэлектролитным и полидисперсным характером. Ионы металлов могут связываться с гуминовыми кислотами несколькими различными способами: от чисто электростатического, неспецифического взаимодействия катиона металла с чистым отрицательным зарядом на поверхности гуминовой частицы до специфических взаимодействий при образовании комплексов и хелатов с функциональными группами. Стабильность образующихся комплексов различна, таким образом данное свойство можно использовать для регенерации сорбентов на основе гуминовых веществ.

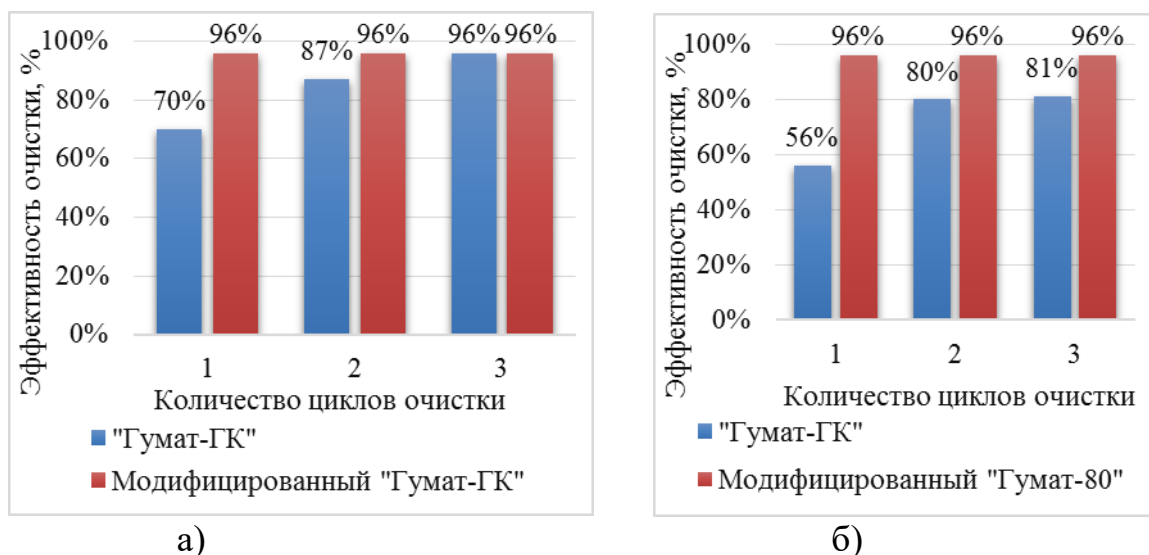


Рис. 1. Сравнение эффективности очистки модельного раствора от ионов меди Cu^{2+} препаратами «Гумат-ГК» и «Гумат-80М»

(исходная концентрация ионов меди (а) – $C_{Cu^{2+}} = 0,3$ г/л масса гумата $m = 0,2$ г;
(б) – $C_{Cu^{2+}} = 0,7$ г/л масса гумата $m = 0,4$ г)

Для изучения возможности регенерации сорбционного материала был проведен ряд экспериментов с использованием гуминовых препаратов «Гумат-80М» и «Гумат-ГК» загрязненных ионами меди Cu^{2+} . В качестве элюентов использовали три кислоты 0,01 М (HCl , HNO_3 и H_2SO_4). Отработавший сорбент смешивали в различных соотношениях с элюентами и перемешивали в течении 15 мин., после чего получившуюся смесь настаивали 45 мин. Количество адсорбированного материала определяли путем измерения концентрации металлов в растворе. Результаты экспериментов по сорбции и десорбции гуминовых веществ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Средние эффективности сорбции и десорбции сорбентов на основе гуминовых веществ

Кислота	Десорбция, %	
	Гумат-ГК	Гумат-80М
H_2SO_4	100	100
HNO_3	82	55
HCl	95	98

Было отмечено, что все три кислоты являются хорошими элюентами для регенерации исследуемых сорбентов. Максимальная десорбция достигалась с кислотами H_2SO_4 и HCl . Элюирование ионов меди азотной кислотой оказалось менее эффективным, это может быть связано с более низкой её реакционной активностью по отношению к связям меди с фенольными и карбоксильными группами гуминовых веществ.

С целью изучения сохранения детоксицирующих свойств гуминовых препаратов после регенерации, сорбенты повторно использовали для очистки медьсодержащего раствора с концентрацией $\text{C}=0,3$ г/л. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

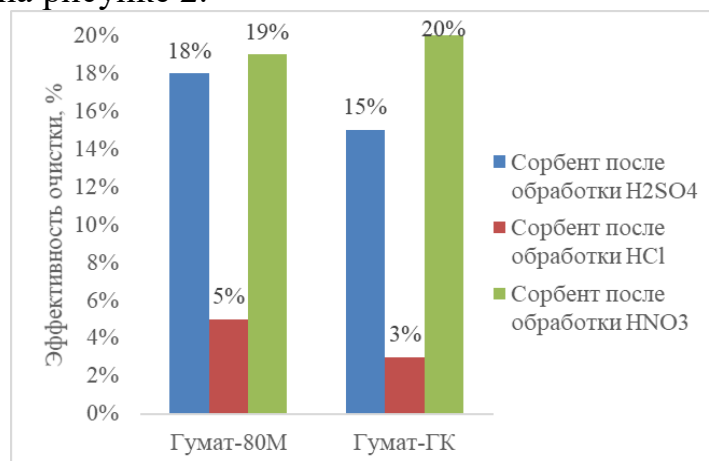


Рис. 2. Результаты исследования эффективности очистки медьсодержащего раствора гуминовыми препаратами «Гумат-ГК» и «Гумат-80М» после десорбции

Из рисунка 2 видно, что детоксицирующие свойства гуминовых препаратов после элюирования кислотами значительно снижаются. Это может быть связано с тем, что подобная обработка растворяет фульвокислоты, образующие устойчивые комплексы с медью.

Учитывая полученные результаты, можно утверждать, что использование гуминовых препаратов после регенерации для очистки водных растворов с низкими или остаточными концентрациями ионов меди является целесообразным.

Таким образом, используемые в качестве фильтрующей загрузки гуминовые вещества, в достаточной степени хорошо очищают растворы с высоким содержанием меди, что позволяет применять их для очистки сточных вод промышленных предприятий в динамических условиях. Также после использования сорбент может подвергаться регенерации с помощью кислот и в дальнейшем использоваться для доочистки промышленных стоков.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Файзуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Использование модельных растворов для оценки сорбционной емкости биополимерных сорбентов/ Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 5. С. 57-61.

2. Галимова А.Р., Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Валиев В.С., Шагидуллин Р.Р. Оценка эффективности фильтров и фильтроматериалов для доочистки питьевых вод на территории г. Казани/Российский журнал прикладной экологии. 2017. № 4 (12). С. 33-38.

3. Гаджиева В.А. Очистка вод от тяжелых металлов фильтрованием через загрузку из гумата кальция / Гаджиева В.А., Мирошниченко Ю.С. // Неделя науки-2017. Сборник тезисов. – Южный федеральный университет – Ростов-на-Дону – Таганрог: 2017 – С. 561.

4. Изосимов А.А. Физико-химические свойства, биологическая активность и детоксицирующая способность гуминовых препаратов, отличающихся генезисом органического сырья: Автореферат дис. ... канд. биологических наук. 03.02.08. Москва, 2016. 8 с.

УДК 504.3.054

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ Г. НИЖНЕКАМСКА

Галимова А. Р., кандидат химических наук, доцент;

Тунакова Ю. А., доктор химических наук, профессор;

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент;

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Проведен анализ существующих устройств для очистки выбросов

предприятий, рассмотрены системы газоулавливания, реализующиеся в насадочных и полых колоннах и скрубберах Вентури, а также полые аппараты и скрубберы Вентури. Предложено центробежно-абсорбционное устройство. Комбинирование физических методов центробежного и инерциального разделения и физико-химических методов абсорбции с интенсивным каплеулавливанием позволяет существенно повысить качество очистки газовой смеси от выделенных компонентов.

Ключевые слова: очистка воздуха, комбинированная очистка, центробежное разделение, абсорбция.

DEVELOPMENT OF A COMBINED DEVICE FOR PURIFICATION OF EMISSIONS IN NIZHNEKAMSK

Galimova A.R., Ph.D., associate professor;

Tunakova Y. A., Doctor of Chemical Sciences, Professor;

Mingazetdinov I.Kh., Ph.D., associate professor;

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(KNITU-KAI)

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The analysis of existing devices for purification of emissions from enterprises is carried out, gas recovery systems implemented in packed and hollow columns and Venturi scrubbers, as well as hollow apparatus and Venturi scrubbers are considered. The proposed centrifugal absorption device. The combination of physical methods of centrifugal and inertial separation and physicochemical methods of absorption with intensive droplet collection can significantly improve the quality of cleaning the gas-air mixture from the separated components.

Keywords: air purification, combined purification, centrifugal separation, absorption.

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на территории города Нижнекамск систематически проводится на стационарных постах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ, АСКЗА). Определяются концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, оксида азота, фенола, формальдегида, аммиака, сероводорода, бенз(а)пирена, тяжелых металлов [1].

ПАО «Нижнекамскнефтехим» является одним из крупнейших предприятий нефтехимической отрасли, расположенных на территории Республики Татарстан, являющееся лидирующим производителем и экспортером нефтехимической продукции в Российской Федерации. Производственный цикл данного предприятия предполагает образование и последующий выброс в атмосферу таких специфических загрязняющих веществ, как предельные и непредельные углеводороды, бензол, изопропилбензол, аммиак, ацетон, фенол, метанол, метилхлорид, изопрен, амилены и др. [2].

Расчетным путем ранее была выделена группа веществ, преобладающих

выброс которых обеспечивают источники ПАО «Нижекамскнефтехим» (НКНХ). По результатам расчетов концентраций в выбранных расчетных точках определены концентрации приоритетных компонентов выбросов предприятия, а именно диАлюминий триоксида (в пересчете на алюминий), этинилбензола и дициклопентадиена, подлежащих первоочередной очистке [3].

Известны устройства для очистки воздуха от промышленных технологических выбросов в виде сложных систем, включающих физические методы улавливания взвешенных веществ (осаждение, центробежная сепарация, фильтрация) и физико-химические методы улавливания газообразных компонентов (абсорбция, адсорбция, термokatалитические методы). Реализация газопулавливания осуществляется в различных насадочных и полых колоннах и скрубберах Вентури. Насадочные аппараты создают большое гидравлическое сопротивление и вызывают значительные энергетические затраты. Большое распространение получили полые аппараты и скрубберы Вентури. Гидравлическое сопротивление таких аппаратов незначительно, но серьезной проблемой является низкое качество очистки, связанное с малой эффективностью контакта орошения жидкости с газом [4].

С целью повышения качества очищаемого воздуха, предложено центробежно-абсорбционное устройство, представленное на рис.1а. В данном устройстве комбинирование физических методов центробежного и инерциального разделения и физико-химических методов абсорбции с интенсивным каплеулавливанием позволяет существенно повысить качество очистки загрязненного воздуха [5]. Исходный загрязненный воздух подается в патрубок 14. установленный тангенциально и под некоторым уклоном α (3° - 5°) к верхнему днищу 2. Тангенциальный подвод воздуха обеспечивает его интенсивную закрутку и движение по винтовой траектории в нижнюю часть корпуса 1. Возникающая центробежная сила отбрасывает крупные частицы взвешенных загрязнителей к стенкам корпуса 1 и образующийся слой шлама сползает к нижнему днищу 16 и удаляется через патрубок 15.

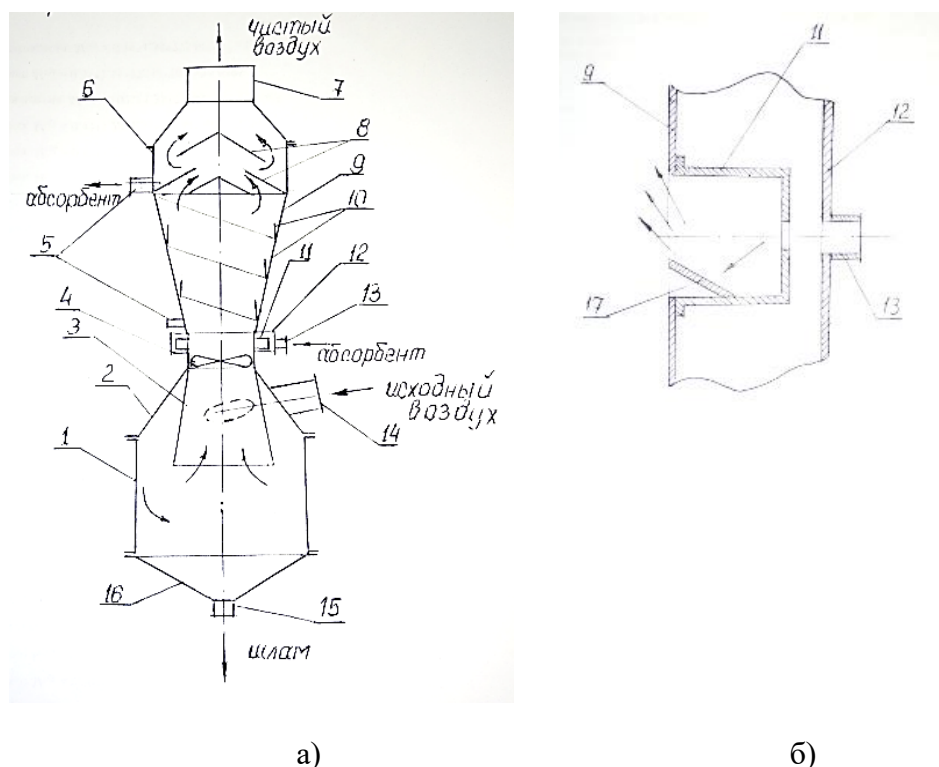


Рис.1. Центробежно-абсорбционное устройство.

а) Общий вид; б) Форсунка с отражателем.

1 – корпус, 2 – верхнее днище, 3 – центральный газоход, 4 – устройство закрутки, 5 – патрубки отвода абсорбента, 6 – корпус лабиринтного каплеуловителя, 7 – отводной патрубок чистого воздуха, 8 – лабиринтный каплеуловитель, 9 – диффузор трубы Вентури, 10 – козырьки сбора абсорбента, 11 – форсунка, 12 – кольцевой коллектор, 13 – патрубок подвода абсорбента, 14 – патрубок подвода исходящего воздуха, 15 – патрубок отвода шлама, 16 – нижнее днище, 17 – отражатель

Основная часть воздуха, содержащие средние и мелкие частицы загрязнителей и газообразные вещества, поступает в центральный газоход 3, являющийся конфузоре трубки Вентури. Резкий поворот направления движения воздуха обеспечивает возникновение сил инерции, воздействующие на взвешенные частицы и происходит дополнительная сепарация частиц загрязнителей к нижнему днищу 16. Воздух, поступающий в центральный газоход 3 за счет конфузорности приобретает большую скорость. Далее воздух, проходя через устройство закрутки 4, выполненное в виде пропеллера или поворотных лопаток, приобретает дополнительное вращение и попадает в зону кольцевого коллектора. Одновременно с поступлением воздуха в патрубок 14 начинает подаваться абсорбент в патрубок 13. Абсорбент, заполняя весь коллектор 12, под значительным давлением поступает в форсунки 11, где, ударяясь в отражатель 17, в виде мелкодисперсной капельной структуры заполняет горловину и, встречаясь с высокоскоростным воздушным потоком, происходит интенсивное дробление и перемешивание. Эти процессы обеспечивают массообмен между

жидкостью и газообразными загрязняющими веществами. В зависимости от вида газообразного загрязнителя и выбора абсорбента может протекать физическая или химическая абсорбция. Кроме того, жидкий абсорбент обеспечивает и коагуляцию оставшихся средних и мелких взвешенных частиц. Движение воздуха вместе с диспергированным абсорбентом в диффузоре 9 происходит с замедлением скорости потока, и за время пребывания в диффузоре 9 более полно протекают все физико-химические процессы. Наличие устройства закрутки 4 обеспечивает и вращательное движение потока в диффузоре 9. За счет этого вращательного движения капли жидкого абсорбента отбрасываются к стенкам диффузора 9, где стекают по стенкам, попадают в козырьки 10 и по винтовым каналам отводятся через патрубок 5. Основная масса воздушного потока вместе с оставшимися каплями абсорбента поступает в корпус лабиринтного каплеуловителя 6, где в лопастях лабиринтного каплеуловителя 8, резко меняя направление движения, освобождается от остатков абсорбента и удаляется через отводной патрубок чистого воздуха 7. жидкий абсорбент, стекая по поверхности лопастей лабиринтного каплеуловителя 8, удаляется через патрубок 5.

Таким образом, используя в предлагаемом устройстве физические методы центробежного и инерциального разделения и физико-химические методы абсорбции с интенсивным каплеулавливанием, можно существенно повысить качество очистки газовой смеси от подлежащих очистке компонентов выбросов.

Финансирование. Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/3 от 09.06.2020 (номер темы fzsu-2020-0021).

Литература:

1. Ежегодный обзор состояния загрязнения атмосферного воздуха за 2019 г. ФГБУ "УГМС Республики Татарстан", Казань, 2020. 3 с.
2. <https://www.nknh.ru/> - сайт ПАО Нижнекамскнефтехим.
3. Шагидулина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г. Определение приоритетного списка загрязняющих веществ, подлежащих систематическому контролю в зоне действия полимерных производств. Сообщение 1 // Вестник Казанского технологического университета, 2013. Т. 16, № 21. - С. 314-316.
4. В.В. Ошин, В.В. Попов, П.П. Кукин и др. Техника и технология защиты воздушной среды. Учебн. пособие для вузов. Высшая школа, Москва, 2005, 391 с.
5. Заявка на патент на изобретение №2020128906 от 01.09.2020 Центробежно-абсорбционное устройство. Заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

УДК 502.55

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНООБМЕННОГО АППАРАТА ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Гаптуллин А.Н., обучающийся;

Галимова А.Р., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ)

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Проведена схема ионообменного аппарата для доочистки сточных вод от ионов металлов для осуществления возврата очищенных вод обратно в производство. Использование в предлагаемом устройстве противоточное движение очищаемого раствора и ионита и реализацию процесса очистки в псевдожиженном слое ионита позволяет повысить эффективность очистки воды.

Ключевые слова: очистка воды, ионообменная очистка, эффективность, псевдожиженный слой.

THE APPLICATION OF THE ION EXCHANGE APPARATUS FOR ADDITIONAL TREATMENT OF WASTE WATER FROM HEAVY METAL IONS

Gaptullin A.N., student;

Galimova A.R., Ph.D., Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: A diagram of an ion-exchange apparatus for post-treatment of waste water from metal ions has been carried out to return the treated water back to production. The use in the proposed device of the countercurrent movement of the solution to be purified and the ion exchanger and the implementation of the purification process in a fluidized bed of the ion exchanger makes it possible to increase the efficiency of water purification.

Keywords: water purification, ion-exchange purification, efficiency, fluidized bed.

В последние годы существенно обострились проблемы, связанные с загрязнениями воды. Сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод в различные водоемы только из-за нехватки кислорода может привести к исчезновению всякой жизни в воде. Кардинальное решение проблемы охраны окружающей среды состоит в разработке и внедрении экологически безопасных, безотходных технологических процессов и производств. Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды в настоящее время решаются в двух направлениях.

Одно из них – разработка и внедрение малоотходных и безотходных технологий и процессов, другое – модернизация действующих предприятий, заме-

на устаревших процессах новыми, повышение качества очистки газообразных выбросов, сточных вод, внедрение замкнутых производственных циклов.

Из сточных вод легче всего удаляются органические вещества, труднее всего – соли тяжелых металлов. Соединения металлов, выносимые сточными водами различного производства, нарушают деятельность водной экосистемы и мигрируют между средами [1].

При больших объемах производства на локальных системах очистки целесообразно использовать электрохимические и мембранные методы (электролиз, электродиализ, электрофлотация), а общую систему очистки основывать на сочетании нескольких методов, например, реагентного и ионообменного [2-3]. Целесообразность использования ионного обмена как метода обусловлена высокой степенью очистки и возможностью возвращения 85-95% очищенных вод обратно в производство [4].

При ионообменной очистке из сточных вод гальванических производств удаляют соли тяжелых, щелочных и щелочноземельных металлов, свободные минеральные кислоты и щелочи, а также некоторые органические вещества. Очистку сточных вод производят с помощью синтетических ионообменных смол, представляющих собой нерастворимые в воде гранулированные полимерные материалы. В составе молекулы ионита имеется подвижный ион (катион или анион), способный в определенных условиях вступать в реакцию обмена с ионами аналогичного знака заряда, находящимися в сточной воде. Ионный обмен происходит в эквивалентных отношениях и в большинстве случаев является обратимым.

Для доочистки сточных вод с применением метода ионного обмена предлагается использовать аппарат, схема которого представлена на рисунке 1. Он содержит камеру для сжижения ионита 1, камеру сбора ионита 3. Камера для сжижения ионита 1 содержит тарелки 4 с переточными стаканами 5. В верхней части камеры 1 расположены патрубок 6 для подачи ионита и патрубок 7 для отвода очищенной воды, а в нижней ее части - водораспределительное устройство 8, патрубок 2 для ввода раствора на очистку и переточный патрубок 9 с перекрывающим устройством 10. К переточному патрубку 9 присоединена камера транспортировки 3, в верхней части которой расположен штуцер 11 для ввода вспомогательного потока воды, а в нижней ее части патрубок 12 для вывода отработанного ионита из аппарата с перекрывающим устройством 13.

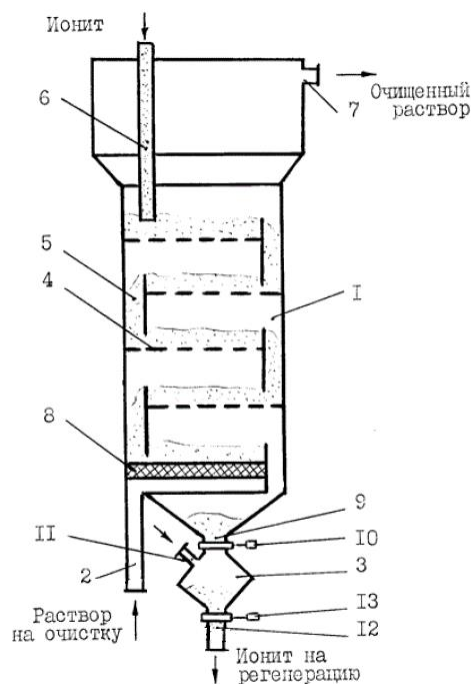


Рис.1. Ионообменный аппарат.

1 – камера с ионитом, 2 – патрубок подвода раствора, 3 – камера сбора ионита, 4 – тарелки, 5 – переточные стаканы, 6 – патрубок подачи ионита, 7 – отводной патрубок чистой воды, 8 – водораспределительное устройство, 9 – переточный патрубок, 10, 13 – перекрышающее устройство, 11 – штуцер для ввода вспомогательного потока воды, 12 – патрубок отвода ионита.

Ионообменный аппарат работает следующим образом. Подвергающийся очистке раствор подается через патрубок 2 в нижнюю часть камеры с ионитом 1, в которой равномерно распределяется по сечению камеры с помощью водораспределительного устройства 8. В камере 1 восходящий поток раствора контактирует со взвешенным слоем ионита, очищается и через патрубок 7 выводится из аппарата. Противотоком жидкой фазе в камере 1 движется ионит, подаваемый через патрубок 6. Для уменьшения радиального и продольного перемешивания взвешенный слой ионита секционирован тарелками 4 с переточными стаканами 5 для отвода ионита на ниже расположенную тарелку. Отработанный ионит выводится из нижней камеры 1 через переточный патрубок 9 в камеру транспортировки 3. В это время перекрышающее устройство 10 открыто, а патрубок 12 закрыт перекрышающим устройством 13. При заполнении камеры 3 ионитом патрубок 9 закрывается перекрышающим устройством 10, а перекрышающее устройство 13 открывает патрубок 12, при этом через штуцер 11 подается под давлением вспомогательный поток воды, который передавливает ионит из камеры 3 на регенерацию. Объемный расход вспомогательного потока воды составляет примерно сотую часть от общего расхода очищаемого раствора, что практически не приводит к разбавлению раствора.

Таким образом, использование в предлагаемом устройстве противоточное

движение очищаемого раствора и ионита и реализацию процесса очистки в псевдожиженном слое ионита позволяет повысить эффективность очистки воды.

Литература:

1. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство/Под ред. Кудрявцева В.Н. – М.: Глобус, 2002. – 352 с.
2. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГАСА, 2002.
3. Тунакова Ю.А., Мухаметшина Е.С., Шмакова Ю.А. Оценка сорбционной емкости биополимерных сорбентов на основе хитозана в отношении металлов/Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 10. С. 96-100.
4. Мингазетдинов И.Х., Кулаков А.А., Газеев Н.Х., Кудрявцева Е.В., Галимова А.Р. Повышение эффективности технических методов очистки сточных вод для предприятий энергетики (статья) / Журнал Энергетика Татарстана, №4, Типография ООО "Печатный Двор", 2013 г., стр. 59-64.

УДК 628.316.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОЛОМЫ ГРЕЧИХИ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ НЕФТИ

Гречина А.С., студент

Степанова С.В., доцент, кандидат технических наук,

Шайхиев И.Г., доцент, доктор технических наук

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань, Российская федерация)

Аннотация: В работе исследована возможность использования измельченной биомассы модифицированной соломой гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum*) в качестве сорбционного материала для удаления пленок нефти карбонового отложения с водной поверхности. Определены значения максимальной нефтеемкости исходной и модифицированной соломой, а также время обработки.

Ключевые слова: солома гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum*), кислотная модификация, нефть, адсорбция, нефтеемкость, водная поверхность

USE OF MODIFIED BUCKWHEAT STRAW AS A SORBENT FOR CLEANING THE WATER SURFACE FROM PETROLIUM

Grechina A.S., student

Stepanova S.V., associate professor, candidate of technical sciences

Shaihiyev I.G., associate professor, doctor of technical sciences

FGBOU VO Kazan national research technological university

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The paper investigates the possibility of using crushed biomass of modified buckwheat straw (*Fagopyrum esculentum*) as a sorption material for removing carbon-based petroleum films from the water surface. The results of determining the maximum petroleum capacity of the initial and modified straw are presented, and the effect of processing time on the maximum petroleum capacity is determined

Keyword: buckwheat straw (*Fagopyrum esculentum*), acid modification, petroleum, sorption, oil capacity, water surface

Попадание нефти в водные объекты приводит к катастрофическим последствиям, в результате которых страдают, как гидробионты, так и потребители воды. Попадая в воду, нефть образует на ее поверхности пленку, что способствует, в частности, изменению гидродинамического баланса с атмосферой. В этой связи, одной из актуальнейших проблем современности является проблема очистки водных объектов и акваторий от нефтяных загрязнений [1].

На сегодняшний день очистка воды с помощью растительных материалов – это безотходное, безвредное и практически бесплатное производство. Материалы из отходов сельского хозяйства для очистки воды дешевы по способу получения и утилизации, имеют неограниченную сырьевую базу для производства, практически не требуют химической или физико-химической модификации. Главное требование, которое к ним предъявляется – плавучесть. Еще одно важное качество, которым должен обладать сорбент – способность захватывать большое количество нефти [2].

Применение различных сельскохозяйственных отходов как в нативном, так и в модифицированном виде рассмотрены во многих научных работах [3-4].

Отходы крупяного производства гречихи используют в качестве концентрированного корма для животных и птиц. В состав сухой соломы гречихи посевной входят, в частности, сырой протеин – 45 г/кг, лизин – 1,22 г/кг, метионин+цистин – 1,35 г/кг, сырая клетчатка – 349,5 г/кг, биологические экстрактивные вещества – 442 г/кг и др. Наличие большого количества клетчатки может способствовать сорбции нефти и продуктов ее переработки [5].

В данном исследовании рассматривается влияние обработки поверхности измельченной соломы гречихи 0,5 %-ным и 1 %-ным растворами серной кислоты на величину максимальной нефтеемкости.

Для обработки нативных СМ использовались 0,5 , 1 %-ные растворы серной кислоты. В плоскодонные колбы объемом 250 см³ помещалось по 10 г измельченной соломы гречихи, наливалось 200 см³ раствора кислоты соответствующей концентрации и тщательно перемешивалось в течение 10-60 минут при комнатной температуре. Затем модифицированная солома промывалась дистиллированной водой до достижения нейтрального значения рН и сушилась до постоянной массы.

Затем в чашки Петри помещалась предварительно взвешенная латунная сетка, наливалось по 50 см³ карбоновой нефти и сплошным слоем наносился исследуемый образец в количестве 1 г. Через определенный промежуток вре-

мени образцы извлекались и после стекания избыточного количества нефти взвешивались на лабораторных весах [6].

Определено, что наибольшее значение нефтеемкости достигается при модификации образцов 1 %-ным раствором серной кислоты (рис. 1).

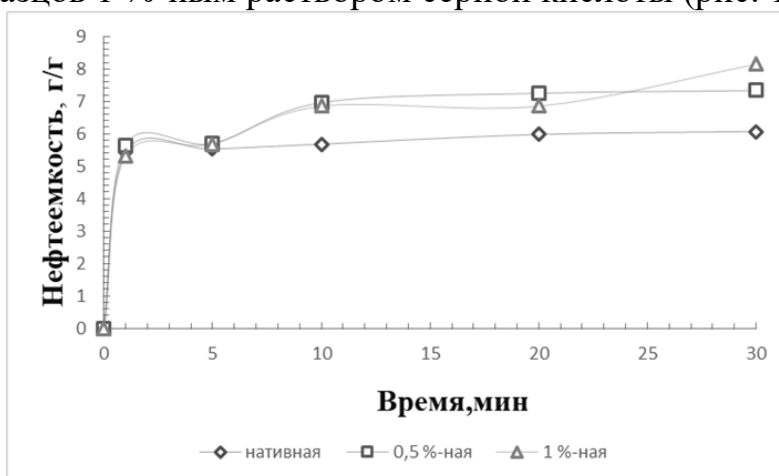


Рис. 1. Зависимость нефтеемкости нативных и модифицированных образцов соломы гречихи от времени контактирования

Далее определялось влияние времени обработки на значение максимальной нефтеемкости, для этого проводилась обработка СМ 1 %-ным раствором серной кислоты в течение 10-60 минут (рис. 2).

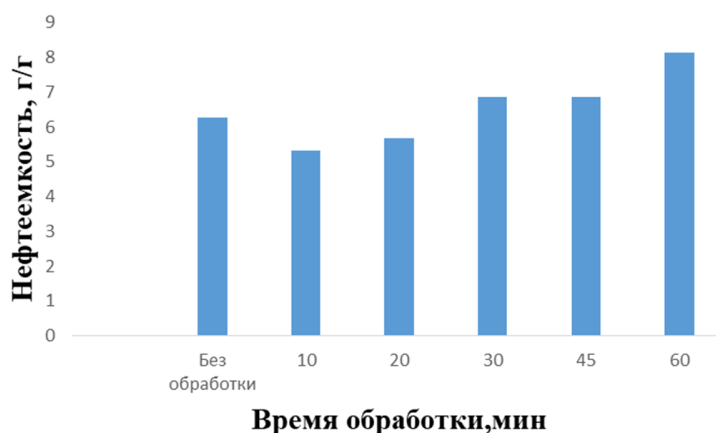


Рис. 2. Значения максимальной нефтеемкости модифицированной соломы гречихи в зависимости от времени обработки 1 %-ным раствором

Установлено, что максимальная нефтеемкость достигается при обработке соломы гречихи 1 %-ным раствором серной кислоты в течение 60 минут. При этом значение нефтеемкость увеличивается на 1,3% по сравнению с нативными образцами.

Таким образом, использование модифицированной соломы гречихи более эффективно для проведения очистки водной поверхности от нефти.

Литература:

1. Мухутдинов А.А. и др. Основы и менеджмент промышленной экологии

– Казань: Магариф, 1998. – 380 с.

2. Шеметов А.В. Использование сорбентов волокнистой структуры для извлечения нефтехимических продуктов: автореф. дис. д-ра техн. наук / А.В. Шеметов. – Уфа: Наука - 2002. – 23 с.

3. И.Г. Шайхиев. Отходы от переработки сельскохозяйственных культур в качестве сорбентов для удаления нефтяных пленок с поверхности воды./ И.Г. Шайхиев, О.А. Кондаленко, С.М. Трушков //ЭКСПОЗИЦИЯ НЕФТЬ ГАЗ 5/Н (11) октябрь - 2010 г. - С. 46-50

4. Акинбаде Адешола Олубунми. Новые сорбенты из отходов растениеводства для очистки воды от нефтепродуктов ./ Акинбаде Адешола Олубунми, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова //Ползуновский вестник. - 2017. - № 4. С 114-117

5. Способ очистки поверхности воды от нефти и нефтепродуктов: пат. 2114064 РФ. /И.Ф. Глумов, Н.Г. Вагизов, Н.П. Кубарев, В.В. Шатохин, Р.Ш. Салихов, Е.Ф. Вотинцева, Н.А. Рощектаева// заявитель и патентообладатель: Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефтяной промышленности. – заявл. 06.06.1995, опубл. 27.06.1998

6. Степанова С.В. Исследование сернокислотной обработки отходов переработки овса на нефте- и водопоглощение./ С. В. Степанова, В. В. Доможиров, И. Г. Шайхиев //Вестник Казанского технологического университета.- 2014. - Т. 17. - № 8. - С. 228-231.

УДК 628.356

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Зайнуллин А.М., кандидат технических наук, доцент;

Юнусова Г.В., обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Проведены наблюдения за работой городских биологических очистных сооружений. Обнаружено, что в процессе очистки сточных вод протекает стадия нитрификации, которая позволяет снижать содержание аммонийных и нитритных соединений. Эффективность очистки составляет более 99%.

Ключевые слова: биологическая очистка, аэротенк, сточные воды, нитрификация

STUDY OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT IN URBAN WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Zainullin A.M., candidate of chemical Sciences, associate Professor;

Yunusova G.V., the student

Kazan National Research Technological University

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: Observations were made on the work of biological treatment facilities. It is noted that in the process of water purification, the nitrification stage passes, which reduces the content of ammonium and nitrite compounds. Cleaning efficiency is more than 99%.

Keyword: biological treatment, aeration tank, sewage water, nitrification

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства – одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. В России широко осуществляются мероприятия по охране окружающей среды.

В последние годы в России особое внимание уделяется городским очистным сооружениям. Строительство и ремонт современных очистных сооружений позволяет повысить степень очистки сточных вод, которые поступают в водные объекты. Немаловажная задача реконструкции биологических очистных сооружений связана и с возможностью применения таких технологий для очистки промышленных, предварительно локально очищенных сточных вод [1-4].

Данная работа посвящена исследованию очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на биологических сооружениях п.г.т. Аксубаево.

Объект биологических очистных сооружений располагается на 2,7 гектара и представляет собой комплекс сооружений, состоящий из песколовок, песковых площадок, усреднителя, аэротенков-преаэраторов, аэротенков, вторичных отстойников и биологических прудов.

В течение шести месяцев этого года проводились исследования по изучению изменений различных форм азота в процессе очистки. Были рассмотрены следующие формы азота: аммонийный NH_4^+ , нитритный NO_2^- , нитратный NO_3^- . Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели изменения содержания различных форм азота в процессе очистки

Показатели	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
Поступление сточных вод на очистные сооружения, мг/дм ³			
Макс.	98,412	1,274	5,651
Средн.	79,867	0,431	0,665
После биологической очистки сточных вод, мг/дм ³			
Макс.	1,056	0,589	76,194
Средн.	0,517	0,173	38,287
Эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях, %			
	99,353	59,861	

Как видно из таблицы 1 по результатам исследований после биологической очистки предельно допустимые концентрации незначительно превышают по NO_2^- . Наилучшая эффективность очистки была достигнута по таким показателям как NH_4^+ и составила более 99%.

Процесс очистки осуществляется при соответствующих условиях (наличие кислорода, температура выше 4°C и др.) под действием аэробных микроорганизмов (нитрифицирующих бактерий) происходит окисление азота аммонийных солей, в результате чего образуются сначала соли азотистой кислоты, или нитриты, а при дальнейшем окислении – соли азотной кислоты, или нитраты, т. е. происходит процесс нитрификации. Этот биохимический процесс был открыт в 70-х годах XIX в. Но только в конце XIX в. русскому микробиологу С. Н. Виноградскому удалось выделить чистую культуру нитрифицирующих бактерий. Одна группа этих бактерий окисляет аммиак в азотистую кислоту (нитритные бактерии), вторая – азотистую кислоту в азотную (нитратные бактерии). Нитрификация имеет большое значение в очистке сточных вод, так как этим путем накапливается запас кислорода, который может быть использован для окисления органических безазотистых веществ, когда полностью уже израсходован для этого процесса весь свободный (растворенный) кислород. Также процесс нитрификации является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических загрязнений. Наличие нитратов в очищенных сточных водах служит одним из показателей степени их полной очистки.

Литература:

1. Зайнуллин, А.М. Очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца мембранным способом / А.М. Зайнуллин, Л.Ф. Зайнуллина // В сборнике: Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сборник докладов III международной научно-технической конференции. – 2017. – С. 31-35.
2. Акчурина, Р.Ф. Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца с использованием активированных углей / Р.Ф. Акчурина, А.М. Зайнуллин, И.Г. Шайхиев, Г.М. Шафигуллина, Л.Ф. Зайнуллина // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 24. – С. 137-140.
3. Абзалова, А.Г. Сорбционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца альтернативными сорбционными материалами / А.Г. Абзалова, А.М. Зайнуллин, И.Г. Шайхиев, Г.М. Шафигуллина, А.С. Гречина, Л.Ф. Зайнуллина // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 18. – С. 142-146.
4. Зайнуллин, А.М. Исследование очистки сточных вод производства диазодинитрохинона в условиях реакции Фентона / А.М. Зайнуллин, И.Г. Шайхиев, Р.З. Гильманов, С.В. Фридланд / Депонированная рукопись ВИНТИ – № 781-в 2007 – 27.07.2007.

УДК 66

**ПОВЫШЕНИЕ БИОДЕСТРУКЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД
ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В АЭРОТЕНКЕ С СОВМЕЩЕННОЙ
ЗОНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОГО ИЛА И СТОЧНЫХ ВОД**

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,

Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Филиппов А.Н., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация))

Аннотация: Предложена измененная технологическая схема распределения сточных вод и активного ила, результаты испытаний в производственных условиях которой позволяют сделать вывод об эффективности применения в биоочистке.

Ключевые слова: Аэротенк, запорное устройство, регенерация, биоочистка, распределение, активный ил, сточная вода.

**INCREASING THE BIODEGRADATION OF WASTE WATER POLLUTION
FROM A CHEMICAL ENTERPRISE IN AN AEROTANK WITH
A COMBINED REGENERATION ZONE BY CHANGING
THE TECHNOLOGICAL SCHEME FOR THE DISTRIBUTION
OF ACTIVATED SLUDGE AND WASTE WATER**

Kirsanov V.V.,

Doctor of technical Sciences, Professor, Honored ecologist of the Russian Federation, Honored chemist of the Republic of Tatarstan;

Filippov A.N., master's degree

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

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: A modified technological scheme for the distribution of waste water and activated sludge is proposed, the results of tests in production conditions of which allow us to draw a conclusion about the effectiveness of application in bio-treatment.

Keywords: Aeration tank, shut-off device, regeneration, bio-treatment, distribution, activated sludge, waste water.

В комбинированных аэротенках коридорного типа активный ил (АИ) подается централизованно в одну точку в начале первого коридора, а сточные воды (СВ) через несколько окон (обычно 6 окон) распределительного лотка, расположенного над перегородкой между первым и вторым коридором. Окна оборудуются регулировочными шиберами для изменения количества подаваемых через них СВ (или полного перекрытия подачи). Регулирование количества СВ

по длине аэротенка позволяет изменять объем регенеративной зоны и сохранять высокую степень биоочистки в случае нештатных технологических ситуаций или неравномерности нагрузок.

Исследования, проведенные на очистных сооружениях ПАО «Казаньоргсинтез» выявили, что уменьшение объема окисления (аэрационной зоны), обусловленное соответствующим пропорциональным увеличением объема регенерации, приводят к снижению деструкции загрязнений СВ, особенно при залповых аномальных поступлениях [1].

Поэтому, с целью повышения эффективности биоочистки была предложена реконструированная система распределения СВ и АИ в классическом аэротенке – смесителе – вытеснителе коридорного типа с совмещенной зоной (коридором) регенерации возвратного АИ, отличающаяся простотой технического исполнения, обслуживания и возможностью применения на аэротенках любого типа (рис. 1 а,б).

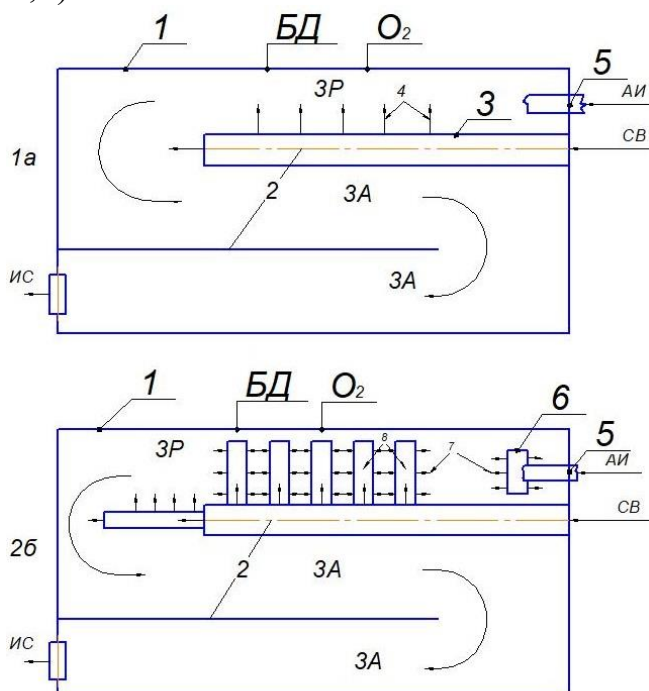


Рис.1. Технологическая схема распределения потоков АИ и СВ

в классическом трехкоридорном комбинированном аэротенке с совмещенной зоной регенерации АИ (а) и в реконструированном аэротенке (б)

1 - аэротенк; 2 - перегородки; 3 - распределительный лоток подачи АИ и СВ; 4 - окна подачи СВ с регулирующей арматурой «шиберами»; 5 - трубопровод подачи АИ; 6 - дополнительный лоток распределения АИ в регенерационной зоне; 7 - сливные отверстия «углубления» в дополнительных лотках; 8 - дополнительные лотки распределения СВ

Изменение технологической схемы распределения потоков АИ и СВ заключалось в монтаже лотков (желобов) с множеством сливных окон (углублений) в боковых стенках лотков, через которые изливалась подаваемая в аэро-

тенки СВ и АИ, меняя гидродинамический режим – равномерность и интенсивность контакта хлопьев АИ, СВ и кислорода в объеме аэротенка. В зависимости от меняющейся нагрузки на биоценоз АИ (изменения ХПК, количества СВ и др. параметров) гидродинамику в аэротенках можно регулирующей арматурой изменять, добиваясь более полной регенерации АИ и наиболее результативного биоокисления ЗВ. Отличие от существующей классической схемы распределения потоков АИ и субстрата заключается в том что:

1) достигнута максимальная рассредоточенность подачи в аэротенк АИ (вместо 1 точки - 60); СВ (вместо 2-6 точек - 280);

2) сочетание параллельности движения составляющих общего потока АИ, СВ и перпендикулярной (к указанным потокам) направленности нагнетания воздуха через аэраторы, расположенные параллельно движению иловой смеси [2].

Результаты анализов проб по гегидрогеназной активности (ДАИ) и значения илового индекса даны в (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Дегидрогеназная активность ила в аэротенках (мкг/см³) с реконструированной и классической схемами распределения потоков

Определяемый параметр	Точки отбора проб в аэротенке							
	№1 (начало рег-ра)	№6 (конец рег-ра)	№9 (подача стока)	№15	№20	№25	№30	№33
Контроль, мкг/г	1,15 (1,1)*	1,27 (2,6)*	1,33 (2,28)*	1,42 (2,1)*	1,89 (3,43)*	1,58 (2,1)*	1,81 (5,09)*	1,73 (1,73)*
Иловая жидкость, мкг/г	0,92 (2,6)*	2,02 (2,47)*	1,68 (0,91)*	1,89 (3,99)*	2,52 (4,43)*	2,13 (2,88)*	2,37 (3,32)*	2,19 (2,13)*
Сточная вода, мкг/г	1,56 (2,47)*	2,02 (2,21)*	1,83 (1,04)*	2,27 (4,65)*	2,76 (4,09)*	2,99 (4,65)*	2,76 (2,21)*	1,17 (1,17)*

* данные анализов по аэротенку с классической схемой распределения потоков

Таблица 2

Иловый индекс

Точки отбора	Иловый индекс, г/см ³
Аэротенк с реконструированной схемой распределения потоков (начало регенерации)	108,9
Аэротенк с реконструированной схемой распределения потоков (окончание регенерации)	142,4
Аэротенк с классической схемой распределения потоков (начало регенерации, окончание регенерации)	122,5; 189,4

Из табл.1 видно, что в реконструированном аэротенке регенерация полная, но при поступлении СВ не наблюдается сразу резкого повышения ДАИ, что можно объяснить токсичным стоком или содержанием труднодоступных для биологического потребления субстратов. Наблюдается постепенное увеличение ДАИ по длине аэротенка, затем незначительное снижение и повторный

рост ферментативной активности, что, по-видимому, отражает двухфазный первичный процесс окисления ЗВ: сначала окисление легкодоступных органических ЗВ и далее метаболизм трудноразлагаемых соединений. В данной аэротенке вещества окисляются более полно, в контрольной пробе - низкий уровень активности и в надиловой жидкости меньше ЗВ. При микроскопировании АИ значительных различий в составе илового сообщества не выявлено, но заметны отличия в структуре хлопьев. В аэротенке с реконструированной системой распределения потоков хлопья ила более плотные, крупные, в аэротенке работающей по классической схеме, - хлопья рыхлые, мелкие, следствием чего является повышение илового индекса.

В аэротенке с классической схемой распределения потоков наблюдается резкое снижение ДАИ в точке подачи стока, затем повышение, спад и также повторное повышение. Но окисление в последнем случае нельзя считать полным, так как высокий уровень ДАИ в контрольной пробе, т. е. продолжается окисление как в надиловой жидкости, так и внутри клетки.

Данные эксперимента дают основания сделать вывод, что реконструированная схема распределения потоков АИ и СВ позволяет интенсифицировать процесс биоочистки и повысить качество воды [3].

Литература:

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.-М.: Акварос, 2003.- 507 с.
2. Микробиология загрязненных вод / Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. М., медицина, 1976. - 319.с.
3. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В.Кирсанов. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.

УДК 542.06:544.723

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИЛИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ОРГАНИЧЕСКИМ КРАСИТЕЛЯМ

Конн В.Ю., аспирант

Мясоедова Т.Н., кандидат технических наук, доцент
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
(г. Таганрог, Российская Федерация)

Аннотация: методом окисления анилина персульфатом калия получен сорбент на основе полианилина и исследована его сорбционная активность по отношению органическим красителям. Показано, что максимальная сорбционная активность наблюдается по отношению к красителю эозину и степень его извлечения достигает 98%.

Ключевые слова: полианилин, сорбент, очистка сточных вод.

RESEARCH OF SORPTION ABILITY OF THE SORBENT BASED ON POLYANILINE IN RESPECT TO ORGANIC DYES

Konn V.Yu., PhD student

Myasoedova T.N., candidate of technical Sciences, associate Professor

Annotation: by the method of oxidation of aniline with potassium persulfate, a sorbent based on polyaniline was obtained and its sorption activity with respect to organic dyes was investigated. It is shown that the maximum sorption activity is observed in relation to the eosin dye and the degree of its extraction reaches 98%.

Keywords: polyaniline, sorbent, wastewater treatment.

Для очистки промышленных сточных вод разработано много методов и технологий, позволяющих снижать антропогенную нагрузку на водные объекты. Одним из эффективных способов очистки сточных вод является сорбционная очистка. Однако почти все существующие на рынке сорбенты имеют высокую стоимость, и относительно недорогие сорбенты практически отсутствуют, поэтому разработка новых сорбентов имеет большое научное и практическое значение.

Сорбенты на основе полианилина (ПАНИ) являются не токсичными, а также более дешевыми и эффективными по сравнению с традиционными сорбентами (активированный уголь, оксид алюминия и т.д.). Отличительной особенностью является возможность применения как самостоятельных компонентов без дополнительных способов очистки с возможностью регенерации [1].

В данной работе для получения сорбента на основе полианилина за основу была взята известный метод [2], который в последствии был модернизирован. В целях уменьшения времени синтеза и возможного увеличения сорбционных свойств, при синтезе полианилина применяли обработку ультразвуком при частоте 28 кГц и при постоянной температуре равной 60 °С.

Для изучения сорбционной способности ПАНИ по отношению к органическим красителям: метиленовому синему, метиловому оранжевому и эозину, были приготовлены рабочие растворы с концентрацией красителя равной 50 мг/л. В растворы вводили сорбент в количестве 0,1 г на 50 мл. Сорбция проводилась в течение 5, 10, 15, 20, 25 и 30 минут в статических условиях при комнатной температуре. Концентрация красителей в растворе до и после сорбции контролировалась фотометрическим методом с применением фотометра КФК-3. Результаты эксперимента представлены на Рисунке 1.

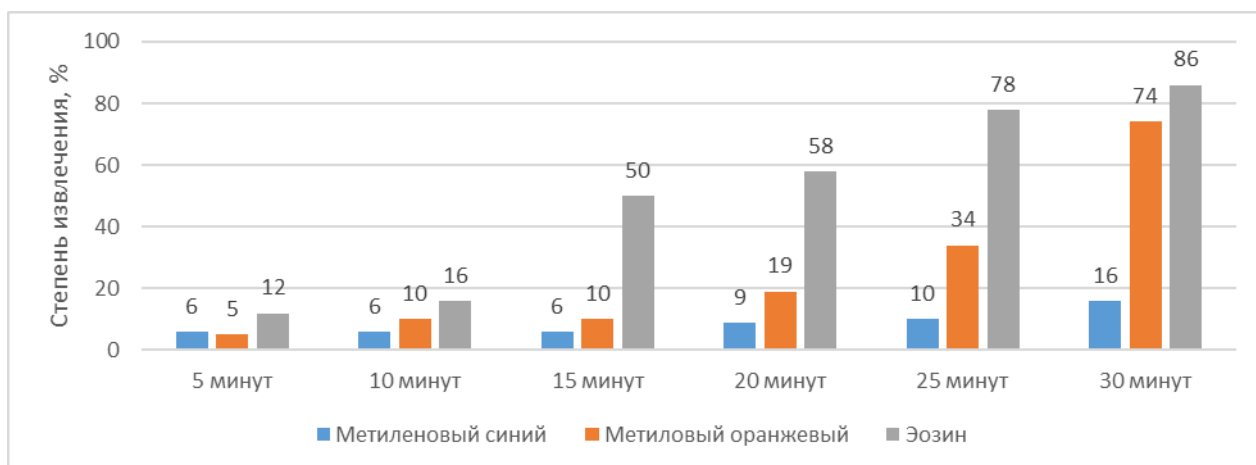


Рис. 1. Зависимость эффективности извлечения красителей от времени сорбции (масса сорбента - 0,1 г на 50 мл, начальная концентрация растворов - 50 мг/л)

Из данной диаграммы следует, что наилучшая степень извлечения достигается при сорбции эозина. На рисунке 2 представлена зависимость эффективности извлечения эозина от количества сорбента (0,1-0,5 г).



Рис. 2. Зависимость эффективности извлечения эозина от массы сорбента

Из графика следует, что с увеличением массы сорбента эффективность очистки увеличивается.

Таким образом, исследование сорбционной способности синтезированного сорбента на основе полианилина по отношению к органическим красителям показало, что сорбент, полученный методом окисления анилина персульфатом калия с обработкой ультразвуком, способен сорбировать красители из загрязненных и может быть применен в технологическом цикле очистки сточных вод.

Литература:

1. Neeta Pandey, S. K. Shukla & N. B. Singh (2017) Water purification by polymer nanocomposites: an overview // Nanocomposites, 3:2, p. 47-66, DOI: 10.1080/20550324.2017.1329983.
2. Патент РФ №2015122358, 10.06.2015. Способ получения полианилина, допированного металлом// Патент России № 2606231.10.01.2017 Бюл. № 1. / Моисеева Т. А., Мясоедова Т. Н., Петров В. В.

УДК 66

РАСЧЕТ ВОЗРАСТА АКТИВНОГО ИЛА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИООЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Ахметзянова Т.С., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация))

Аннотация: На основе исследований эксплуатации цеха очистных сооружений химического предприятия выявлена различная эффективность биочистки в зависимости от возраста активного ила. В статье приведен пример расчета возраста ила, с учетом неравномерности нагрузок. Для повышения эффективности

Ключевые слова: Возраст, активный ил, аэротенки, окисление, эффективность, биочистка.

CALCULATION OF THE AGE OF ACTIVATED SLUDGE IN VARIOUS OPERATING CONDITIONS OF BIOLOGICAL TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER OF A CHEMICAL ENTERPRISE

Kirsanov V.V., doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Ecologist of the Russian Federation, Honored Chemist of the RT;

Akhmetzyanova T.S., student

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: On the basis of studies of the operation of the treatment plant of a chemical enterprise, different bio-treatment efficiency was revealed depending on the age of the activated sludge. The article gives an example of calculating the age of the sludge, taking into account the unevenness of the loads.

Keywords: Age, activated sludge, aeration tanks, oxidation, efficiency, bioremediation.

Для определения возраста микроорганизмов активного ила (АИ) в нормативно-технической документации дается формула [1]:

$$B = (a_{\text{ср}} \cdot W) / [(Q - P) \cdot \Pi_1 + (P \cdot a_{\text{изб}})] \quad (1)$$

где: B – возраст АИ, сут; $a_{\text{ср}}$ – средняя доза ила в аэротенке, г/дм³; W – объем аэрируемых сооружений (аэротенков), м³; Q – расход сточных вод (СВ), м³/сут; Π_1 – содержание взвешенных веществ в очищенной воде, г/дм³; P – прирост (расход) избыточного ила, г/дм³; $a_{\text{изб}}$ – концентрация АИ, г/дм³.

Однако уравнение (1) применимо для сточных вод с небольшими, ста-

бильными нагрузками и легко окисляемыми загрязняющими веществами (ЗВ), к которым относятся прежде всего, бытовые сточные воды, не учитывает колебание нагрузок (концентрации ЗВ) во времени – аномальные сбросы СВ.

Для химических предприятий с меняющимися нагрузками в производственных сточных водах (ПСВ) необходимо ввести поправочный коэффициент (K_p), учитывающий нагрузки по ХПК [3]:

$$K_p = \text{ХПК}_{\text{регл}} / (\text{ХПК}_{\text{max}} - \text{ХПК}_{\text{min}}), \quad (2)$$

где $\text{ХПК}_{\text{регл}}$ - регламентное ХПК, поступающих на биоочистку ПСВ; ХПК_{max} и ХПК_{min} – фактическое ХПК, химстока (максимальное и минимальное).

С использованием реальных данных абиотических технологических факторов, обуславливающих эксплуатацию цеха очистных сооружений ПАО «Казаньоргсинтез» и, в частности, биостанцию, автором выполнен расчет возраста активного ила.

Возраст АИ определяется по уравнению (1), из которого следует, что все абиотические составляющие, входящие в уравнение, постоянны и предопределены количественно заданными проектом и регламентом параметрами и только расход избыточного ила (P) изменяем.

Поэтому все нижеследующие расчеты проведены при варьировании объемов (количества) отводимого ила. Максимальное значение P определено (1800 м³/сут) исходя из максимально возможного для данной БОС количества ила, отводимого на обеззараживание БС и далее расход варьировали до минимального (10 м³/сут) уровня [3].

$$B_1 = \frac{4 \cdot (2520 \cdot 3 + 2520 \cdot 20 + 120 + 125)}{(9433 - 1800) \cdot 0,014 + 6 \cdot 1800} = 4,7 \text{ сут}$$

где 4 - средняя доза ила, г/дм³; (2520×3 + 2520×20 + 120 + 125) – объем аэрируемых сооружений, м³; 9433 – расход СВ, м³/сут; 1800 – расход избыточного ила, м³/сут; 0,014 – содержание (регламентированное) взвешенных веществ в очищенной воде, г/дм³; 6 – концентрация избыточного ила, г/дм³.

Подставляя в уравнение (1) последовательно различные значения расходов избыточного АИ (P) - 900, 500, 300, 100, 10 м³/сут, получили следующие значения возрастов ила:

$$B_2 = 9,3 \text{ сут}; B_3 = 16,4 \text{ сут}; B_4 = 26,6 \text{ сут}; B_5 = 70,3 \text{ сут}; B_6 = 267 \text{ сут}.$$

Для проведения дальнейших исследований на модельных установках использован ил возрастов, соответствующих расчетным.

Литература:

1. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.2012.
2. ИТС 8-2015 (Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям). Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. 2015.
3. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие/В.В. Кирсанов. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019, -252с.

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНЫХ МАСС И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Кузнецова А.Д., студент;

Мушарапов Р.Н., аспирант;

Смирнова С.В., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В статье уделяется внимание экологическому состоянию окружающей среды от загрязнения снежных масс, приводятся данные ПДК загрязняющих веществ в снеге, приведены результаты патентного исследования изобретений для утилизации и очистки снежных масс.

Ключевые слова: установка снеготопильная, утилизация снега, очистка снежных масс.

PROBLEM OF SNOW MASS POLLUTION AND WAYS TO SOLVE IT

Kuznetsova A. D., the student;

Musharapov R. N., postgraduate;

Smirnova S. V., candidate of technical sciences, associate professor

Annotation: The article focuses on the ecological state of the environment from snow mass pollution, provides data on the maximum permissible concentrations of pollutants in snow, presents the results of a patent study of inventions for recycling and cleaning snow masses.

Keywords: snow melting plant, snow disposal, snow mass cleaning.

В настоящее время загрязнение окружающей среды приобрело огромный размах. Загрязнение имеет множество причин и одна из них несвоевременные уборка и утилизация снега.

Загрязнение снега происходит в два этапа. При образовании снежинки вбирают в себя загрязняющие вещества из атмосферы, поэтому выпавший снег уже является загрязненным. Далее происходит еще большее загрязнение уже выпавшего снега, на него загрязняющие вещества оседают из атмосферы, а также поступают из подстилающих почв и горных пород [3]. Можно сделать вывод, что загрязнение снега происходит по тем же причинам что и загрязнение атмосферного воздуха. К таким причинам относятся: выхлопные газы, промышленные выбросы и так далее.

Таким образом, в снег попадает огромное количество опасных химических веществ и соединений, которые при таянии попадают в почву, водостоки и водосборы водоёмов, а далее в организмы растений и животных, в том числе в организм человека. В снеге, взятом в городе Казань, выявилось превышение предельно допустимой концентрации по взвешенным веществам, нитритам, фосфа-

там, фенолам, фторидам, нефтепродуктам, по железу, меди, цинку, алюминию, марганцу, ртути, никелю, кобальту и по додецилсульфату натрия (АСПАВ)[1].

Таблица 1.

Кратность превышения ПДК загрязняющих веществ в снеге

Вещество	Кратность превышения предельно допустимой концентрации
Нитриты	1,425
Фосфаты	40,65
Фенолы	21
Нефтепродукты	8186
Железо	293,5
Медь	110
Цинк	13,1
Марганец	58
Алюминий	242,3
Ртуть	9
Никель	1,6
Кобальт	3,3

Проведено патентное исследование изобретений для очистки снежных масс от внешних загрязнителей. Наиболее интересные патенты установок представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Сводная таблица патентов по очистке снежных масс

№	№ патента	Название изобретения	Дата опубликования	Сущность патента
1	RU №17308 5 E01H 5/10	Установка для очистки льда и/или снега от нефтепродуктов	09.08.2017 Бюл. № 22	Установка для очистки льда и/или снега от загрязнений нефтепродуктами, включающая устройство для отделения загрязняющих механических примесей и нефти, состоящая из последовательно установленных парогенераторной установки для таяния льда и/или снега, загрузочного бункера, являющегося одновременно плавильной камерой, оборудованного форсунками для подачи теплоносителя, размещенными по всем плоскостям бункера, решетчатым днищем и герметичной утепленной ударопрочной крышкой с электроприводом, и сепаратора для разделения выделенной водонефтяной эмульсии
2	RU №10563 5 E01H 5/10	Снегоплавильная установка	20.06.2011 Бюл. № 17	Содержит снегоприемную камеру, трубную систему нагрева, выполненную в виде нескольких рядов оребренных труб, соединенную трубопроводом с источником горячей воды, интенсификатор таяния снега, насос подачи талой воды в интенсификатор таяния снега, установленный в снегоприемной камере, систему

				сливных трубопроводов с фильтрами грубой и тонкой очистки.
3	RU №44690 E01H 5/10	Устройство для принудительного таяния снега	27.03.2005 Бюл. № 9	Устройство для принудительного таяния снега, включающее камеру приема и плавления снежной массы, нагревательное устройство, трубопроводы для подачи теплоносителя и отвода талой воды, устройства для отстоя воды и отвода шлама.
4	RU №26432 71 E01H 5/10	Способ очистки льдин/снега от нефтяных загрязнений и ледоплавильный комплекс для его реализации	31.01.2018 Бюл. № 4	Ледоплавильный комплекс для очистки льдин/снега от нефтяных загрязнений, содержащий средство обработки льда/снега паром, отличающийся тем, что выполнен в виде контейнера, внутри которого расположены парогенераторный, ледоплавильный и фильтросепараторный отсеки.

Данные устройства имеют такие недостатки, как необходимость во внешнем дополнительном устройстве для подачи горячей воды, наличие только физических методов очистки, невозможность использования полученной жидкости для бытовых и хозяйственных нужд.

Этих недостатков лишена мобильная снегоплавильная установка, описанная в патенте № RU 2695676 E01H 5/10[2]. Предлагаемое устройство предполагает плавление и проведение механической и химической очистки снежных масс, что поможет улучшить экологическую ситуацию. Кроме того, установка имеет возможность мобильного перемещения посредством ходовой части.

Внедрение мобильной снегоплавильной установки поможет снизить загрязнение окружающей среды и уменьшить воздействие отрицательных факторов на организм человека. Улучшится обстановка с избытком снега в труднодоступных районах для малых нужд, например, придомовые территории, территория школ, участков и т.п.

В дальнейшем, работа посвящена рассмотрению схмотехнических решений построения информационно-измерительной системы установки патента «Мобильная снегоплавильная установка»[2].

Литература:

1. Доклады «О состоянии природных ресурсов и охраны окружающей среды РТ в 2004-2019 годах», г. Казань.

2. Патент на изобретение РФ №2695676, 09.01.2018. Смирнова С.В., Потапов К.А., Мушарапов Р.Н., Мингазетдинов И.Х. Мобильная снегоплавильная установка // Опубл. 25.07. 2019 г. Бюл. № 21.

3. Соловьева, Н. Е. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды / Н. Е. Соловьева, Е. А. Олькова, А. А. Алябьева, О. В. Краева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 14 (94). — С. 668-672.

УДК 628.351, 628.356

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА

Ле Х.Т.¹, аспирант

Хабибуллин Р.Э.¹, доктор технических наук, доцент

Петров А.М.², кандидат биологических наук

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО КНИТУ) (г. Казань, Российская Федерация)

²Институт проблем экологии и недропользования Академии Наук РТ
(ИПЭН АН РТ) (г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Представлены результаты анализа зависимостей эффективности анаэробной очистки сточных вод молокоперерабатывающего предприятия от управляющих параметров процесса – удельной скорости протока очищаемой воды D и величины удельной органической нагрузки L . Показан стехиометрический характер удельного выхода биогаза от потребленного вещества Y_{bg} .

Ключевые слова: Сточные воды, молочная промышленность, эффективность анаэробной очистки сточных вод, удельный выход биогаза от потребленного вещества

INVESTIGATION OF ANAEROBIC TREATMENT EFFICIENCY OF MILK PROCESSING WASTE WATER

Le H.T.¹, PHD student

Khabibullin R.E.¹, Doctor of tech. science, Dozent

Petrov A.M.², Candidate of biol. sciences

¹Kazan National Research Technological University (KNITU)
(Kazan, Russian Federation)

²Institut Of Ecology And Subsoil Use Problems (IPEN),
Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: results of anaerobic treatment efficiency of milk processing waste water are presented. The correlation between efficiency and key process parameters - specific flow rate D of treated water and specific organic load L are discussed. Stoichiometric nature of specific yield of biogas from consumed substance Y_{bg} is shown.

Keywords: waste water, dairy industry, efficiency of waste water anaerobic treatment, specific yield of biogas from consumed substance

Для разработки математической модели и последующей оптимизации процесса аэробно-аэробной очистки сточных вод необходимым является определение корреляционных зависимостей между управляющими воздействиями на процесс и измеряемыми показателями эффективности процесса. Управляющими параметрами, определяющими показатели микробного метаболизма в непрерыв-

ных условиях, являются концентрация органических веществ в воде $S_{\text{вх}}$, скорость потока очищаемой воды, D , сут⁻¹, а также производные величины - среднее время пребывания сточной воды HRT , сут, и величина удельной органической нагрузки L , г·дм⁻³·сут⁻¹ [1]. Эти показатели рассчитывали по формулам [1]:

$$D = \frac{G}{V_p} \quad (1)$$

где G – объемный расход жидкости, дм³·сут⁻¹, V_p – объем биореактора, дм³, и

$$L = S_{\text{вх}} \cdot D, \quad (2)$$

где $S_{\text{вх}}$ – концентрация органического вещества в поступающей жидкости, г·дм⁻³.

$$HRT = \frac{1}{D} = \frac{V_p}{G} \quad (3)$$

Эффективность очистки от органических веществ оценивали по измеряемой интегральной продукции биогаза $V_{\text{инт}}$, дм³·сут⁻¹, и расчетным параметрам: удельной продукции биогаза $V_{\text{уд}}$, сут⁻¹:

$$V_{\text{уд}} = \frac{V_{\text{инт}}}{V_p}, \quad (4)$$

удельной скорости деструкции органического вещества P , г·дм⁻³·сут⁻¹:

$$P = (S_{\text{вх}} - S_{\text{вых}}) \cdot D, \quad (5)$$

где $S_{\text{вых}}$ – концентрация органического вещества в очищенной воде, г·дм⁻³, и удельному выходу биогаза от потребленного вещества $Y_{\text{бг}}$, дм³·г⁻¹:

$$Y_{\text{бг}} = \frac{V_{\text{уд}}}{P} \quad (5)$$

Комбинированную анаэробно-аэробную очистку сточных вод предприятия по переработке молока исследовали в лабораторном каскаде биореакторов с пространственным разделением анаэробной фазы на две последовательные ступени. Схема установки представлена на рисунке 1.

Процесс биоочистки вели в условиях варьирования объемного расхода сточной воды G и ее химического состава, как описано ранее [2], до установившегося стационарного режима. Процесс протекал при комнатной температуре, т.е. в пределах от 17,5 до 19,5°C. Интервалы реализованных значений удельной органической нагрузки L_i в соответствующих биореакторах B_1 - B_4 следующие:

$$9,9 \leq L_1 \leq 18,4; 2,8 \leq L_2 \leq 6,5; 0,9 \leq L_3 \leq 3,2; 0,1 \leq L_4 \leq 0,2$$

Интегральная продукция биогаза $V_{\text{инт}}$ на первой ступени анаэробной стадии в биореакторе B_1 (рис. 2) существенно отличается от аналогичных показателей у биореакторов второй ступени B_2 , B_3 , B_4 как по абсолютной величине, так и по характеру зависимости от L .

Другими словами, образование биогаза на первой ступени практически не наблюдается при всех исследованных режимах. Зависимости $V_{\text{инт}}$ (L) на всех вторых ступенях B_2 - B_4 близки, что объясняется идентичным химическим составом ферментационной среды, поступающей на вторые ступени, и достаточно близкими условиями по гидравлической и органической нагрузке. Сходство процессов на второй фазе анаэробной ступени подтверждается сходным хими-

ческим составом продуцируемого биогаза (объемная концентрация варьировала от 55 до 72 объемных процентов во всех режимах) [3,4].

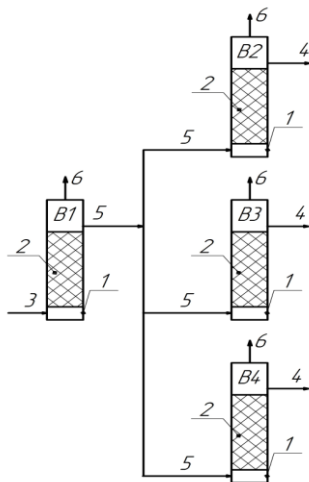


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки очистки сточных вод:

1 – биореакторы (В₁- первой ступени, В₂, В₃, В₄ – второй ступени), 2 – объемная загрузка с иммобилизованной биомассой, 3 – вход сточной воды, 4 – выход очищенной сточной воды, 5 – переточные трубопроводы, 6 – выход биогаза

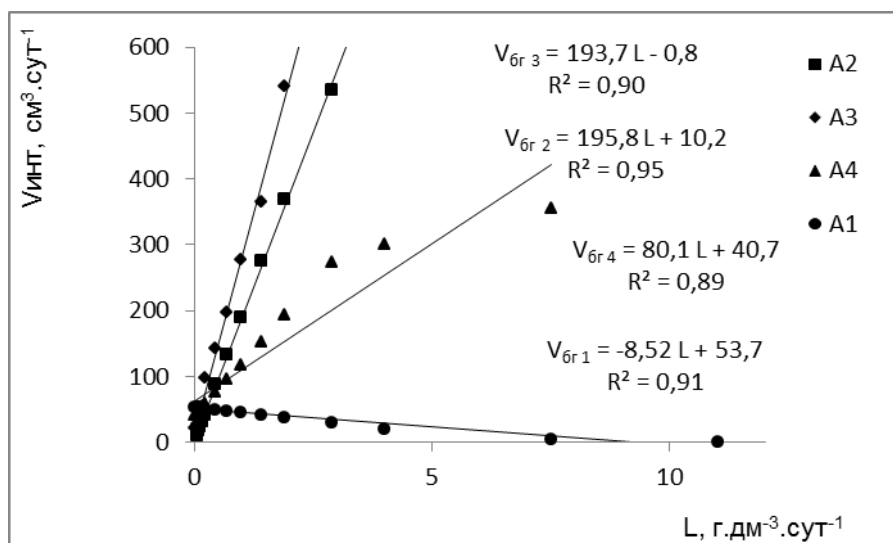


Рис. 2. Зависимости интегральной продукции биогаза $V_{\text{инт}}$ от органической нагрузки L

Результаты анализа зависимости удельного выхода биогаза $Y_{\text{бг}}$ в биореакторах второй ступени от удельной органической нагрузки L в указанных пределах представлены на рисунке 3.

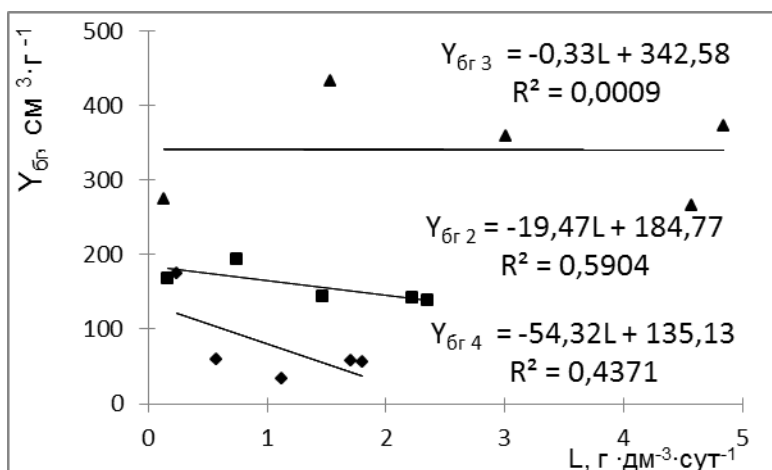


Рис. 3. Удельный выход биогаза $Y_{бг}$ в биореакторах второй ступени В₂-В₄

Проведенный анализ представленных зависимостей показал, что удельный выход биогаза $Y_{бг}$ определяется в основном химическим составом потребленного вещества, т.е. величина удельного выхода биогаза $Y_{бг}$ носит стехиометрический характер. Наибольшее значение $Y_{бг}$, равное $340 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$, достигается при наибольшей исследованной скорости протока среды $D = 0,54 \text{ сут}^{-1}$ (биореактор В₃), в то время как при более низких скоростях протока D величина $Y_{бг}$ составляет 185 и $135 \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ (В₂ и В₄, соответственно).

Сделаны следующие выводы:

1. Зависимости интегральной продукции биогаза от органической нагрузки на первой и второй ступенях анаэробной стадии очистки существенно отличаются. Образование биогаза на первой ступени анаэробной очистки практически не наблюдалось.

2. Удельный выход биогаза $Y_{бг}$ определяется в основном химическим составом потребленного вещества, т.е. носит стехиометрический характер.

Литература:

1. М.Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы - М: Мир, 2003. - 480 с.
2. Р.Э. Хабибуллин, А.М. Петров, И.В. Князев. Анализ энергетической эффективности анаэробно-аэробной технологии очистки сточных вод молочного производства // Вестник Казанского Технологического Университета. - 2014. - Т. 17. - № 1. - С. 232-234.
3. Р.Э. Хабибуллин, И.В. Князев, Э.Ф. Хасанова, А.М. Петров. Энергетический потенциал сточных вод пищевых производств Республики Татарстан в процессе их анаэробной очистки // ЕвразияБио-2010: сб. трудов международного конгресса. - Москва, 2010. - С.201-203.
4. Р.Э. Хабибуллин, А.М. Петров, И.В. Князев. Корреляционный анализ эффективности технологии очистки сточных вод молочного производства в зависимости от основных технологических параметров // Вестник Казанского Технологического Университета. - 2012. - Т. 15. № 16. - С. 188-190.

УДК 66

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ ЭМУЛЬСИЙ (УГЛЕВОДОРОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ) СПОСОБОМ 2^Х-СТУПЕНЧАТОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,

Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Бутузова Ю.А., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Предложена технологическая схема 2^х-ступенчатая нейтрализации производственных сточных вод химического предприятия, позволяющая повысить деэмульгацию растворенных углеводородов, последующую их локализацию в секциях-ловушках усреднителя и утилизацию.

Ключевые слова: Углеводороды, коагуляция, сточные воды, нейтрализация, технологическая схема.

INTENSIFICATION OF DEMULSIFICATION OF HYDROPHILIC EMULSIONS (HYDROCARBONS IN INDUSTRIAL WASTE WATERS OF A CHEMICAL ENTERPRISE) BY THE METHOD OF 2-STAGE NEUTRALIZATION

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Honored Ecologist of the RF, Honored Chemist of the RT;

Butuzova Yu.A., student

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

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: A technological scheme for a 2-stage neutralization of industrial wastewater of a chemical enterprise is proposed, which makes it possible to increase the demulsification of dissolved hydrocarbons, their subsequent localization in the trap sections of the homogenizer and utilization.

Keywords: Hydrocarbons, coagulation, waste water, neutralization, technological scheme.

Оформление технологической схемы и конструкции устройств, входящих в эту схему, по механической очистке, усреднению и нейтрализации производственных сточных вод (СВ) химического предприятия ПАО «Казаньоргсинтез», выполненные в соответствии с проектными данными, не предусматривают очистку СВ от эмульгированных и нерастворенных углеводородов, так как по первоначальным проектам указанных загрязняющих веществ (ЗВ) в СВ технологических цехов не должно быть. Но практика эксплуатации цехов пиролиза,

получения фенола из бензола и пропилена с последующим получением изопропилбензола, синтеза гидроперекиси изопропилбензола и окислением последней до фенола и ацетон (кумольный метод, связан с образованием фенольной смолы и реальной возможностью при технологических нештатных ситуациях канализования какой-то части фенольной смолы в химзагрязненную канализацию (ХЗК), других цехов предприятия, не обеспечивает полное исключения сбросов в ХЗК нерастворенных и эмульгированных углеводов [2]. Транзит углеводов по всей технологической цепочке автономного цеха механической и биологической очистке приводит к следующим недостаткам:

1) поступающие в усреднители производственные СВ с $pH=11-12$ и щелочностью до 20 мг-экв/дм^3 , кроме того, с нестабильным во времени составом по количеству, концентрации взвешенных веществ, pH -среды, возможными залповыми сбросами нерастворенных и эмульгированных углеводов и других ЗВ приводит к минимизации коагуляции поступающих взвешенных веществ и незначительной коалесценции, что сохраняет эмульгированные углеводороды в химстоке и затрудняет всплывание их и последующую локализацию;

2) пленка нерастворенных и эмульгированных углеводов снижает эффективность локализации взвешенных веществ в первичных и вторичных отстойниках, что приводит, в свою очередь, к их выносу с осветленными СВ из первичных отстойников в аэротенки и далее – к сбросу в водоем с очищенными СВ;

3) в результате обволакивания углеводородами частиц активного ила затрудняется доступ кислорода к клеткам микроорганизмов активного ила, ухудшается процесс выделения ферментов, внутриклеточного и внеклеточного ферментного биоокисления, что, естественно, обуславливает снижение эффективности биодеструкции ЗВ;

4) существующая в технологии очистки СВ практика технологического расположения в схеме смесителя - нейтрализатора после усреднителей, как показала практика эксплуатации цеха, имеет следующие основные технологические недостатки:

а) не позволяет стабилизировать pH -среды после нейтрализации в узком интервале значений по причине варьирования количества поступающего химстока и колебаний щелочности;

б) значительные изменения pH -среды перед всасом насоса по перекачке усредненных и нейтрализованных СВ в первичные отстойники приводит к ухудшению эффективности седиментации взвешенных веществ и прежде всего, амфотерных соединений алюминия (мульмы), обладающих способностью к наибольшей седиментации в узком интервале нейтральной среды и при отклонениях в кислую и щелочную среду переходящих в растворенное состояние;

в) колебания pH после нейтрализации не полностью гасятся (выравниваются) объемом и временем нахождения химстока в первичных отстойниках, что приводит к дополнительному выносу взвешенных ЗВ, нестабильному pH на входе в аэротенки и соответственно – к снижению эффективности биоочистки [3].

Для решения технологической цели по достижению наиболее возможной

локализации углеводородов на узле усреднения и нейтрализации цеха очистных сооружений необходимо решить две задачи:

1) максимальный перевод (трансформацию) эмульгированных в СВ углеводородов в неэмульгированные, что облегчит процесс по локализации углеводородов на поверхности усреднителей и увеличит эффективность;

2) обеспечить последующую перекачку собранных на поверхности усреднителей углеводородов для утилизации

Как известно [1], одним из технологических параметров, способствующих деэмульгированию ароматических и других гидрофильных эмульсий является нейтральная или слабощелочная среда.

Для достижения этой цели предлагается осуществлять нейтрализацию щелочных производственных СВ, поступающих в цех очистных сооружений, по 2х-ступенчатой схеме: I-я ступень - перед усреднителями до pH 7,5 – 8,0 в смесителе 4 (рис.1), II-я ступень – после усреднителей до pH 7,0 -7,5 в смесителе 4а.

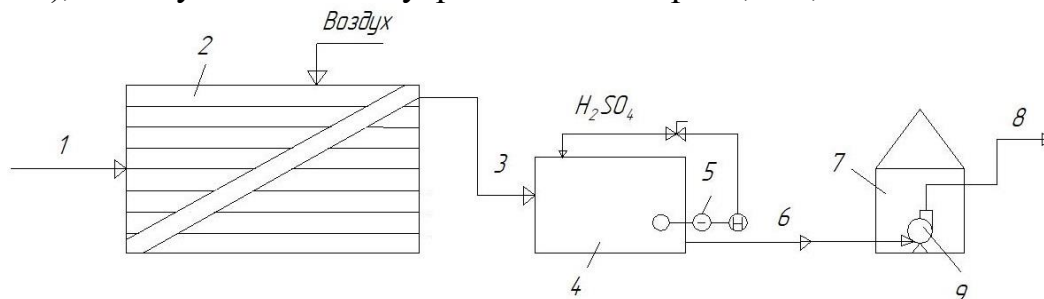


Рис. 1. Существующая технологическая схема узла усреднения и нейтрализации производственных сточных вод (ПСВ)

1 - поступающие в цех ПСВ; 2 - усреднитель; 3 - усредненные ПСВ; 4 - смеситель-нейтрализатор; 5 - система автоматического регулирования подачи H_2SO_4 на нейтрализацию; 6 - нейтрализованные ПСВ; 7 - насосная станция; 8 - ПСВ в первичные отстойники; 9 - центробежный насос.

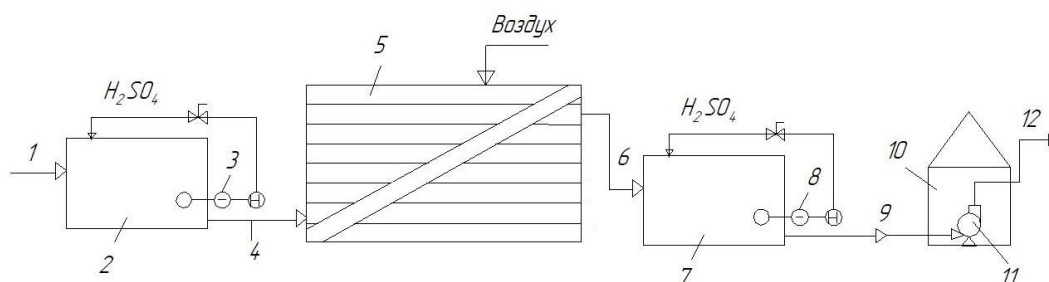


Рис. 2. Предлагаемая реконструированная технологическая схема узла усреднения и 2-х ступенчатой нейтрализации ПСВ

1 - поступающие в цех ПСВ; 2 - смеситель-нейтрализатор 1-ой ступени; 3 - система автоматического регулирования подачи H_2SO_4 на 1-ую ступень нейтрализации; 4 - смеситель-нейтрализатор 1-ой ступени; 5 - усреднитель; 6 - усредненные и нейтрализованные ПСВ; 7 - смеситель-нейтрализатор 2-ой ступени; 8 - система автоматического регулирования подачи H_2SO_4 на 2-ую ступень нейтрализации; 9 - нейтрализованные ПСВ в приемную камеру насосной станции; 10 -

насосная станция; 11 - центробежный насос; 12 - ПСВ в первичные отстойники.

Вторая проблема, заключающаяся в локализации всплывших углеводородов совместно с нерастворенными, может быть решена заглубленными на 0,4 м от поверхности СВ щитами, установленными на выходе каждой из трех первых по ходу движения СВ секций восьмисекционного усреднителя. На выходном лотке после трех секций-ловушек монтируется перегородка для изоляции их (по выходу) от остальных пяти барботажных секций с целью исключения проскока углеводородов из усреднителей [2].

Кроме повышения деэмульгации углеводородов, их локализации и последующей утилизации, двухэтапная схема нейтрализации позволяет стабилизировать pH среды после нейтрализации в более узком интервале выходных параметров, что уменьшает расход кислоты и увеличивает седиментацию взвешенных минеральных веществ (прежде всего алюмосодержащих и железосодержащих солей), обладающих повышением коагуляции в нейтральной среде.

Литература:

1. Справочник химика, том 3. Под редакцией Б.П. Никольского, Л. Химия, 1971 г.
2. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы / В.В. Кирсанов.- Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.- 496 с.
3. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.
4. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Выбор и обоснование рациональной очистки сточных вод производств синтетических полимеров и пластических масс// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №14. с. 131-133

УДК 12574

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ВО ФЛОТАЦИОННОМ ОТСТОЙНИКЕ

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент;

Галимьянова Г.Р., обучающаяся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Рассматривается процесс отстаивания с интенсификацией процесса за счет использования флотоагентов.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, отстаивание, флотация

TREATMENT OF WASTE WATER IN THE FLOTATION CLARIFIER

Mingazetdinov I. Kh., candidate of technical Sciences, associate Professor;

Galimyanova G. R., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: the process of settling with the intensification of the process through the use of flotation agents is Considered.

Keyword: pollutants, settling, flotation.

Одним из перспективных направлений водоочистки и снижения загрязнений поверхностных водных объектов является организация локальных систем очистки для отдельных технологических участков и оборудование оборотных систем водоснабжения. Основные требования к подобным системам - это обеспечение необходимой степени очистки, в соответствии с требованиями технологического процесса и компактность, с наименьшим отчуждением производственных площадей. На машиностроительных предприятиях значительный объем сточных вод образуется в цехах механической обработки при выполнении операций промывки. В работе [1] указывается, что в сточных 2 категории загрязняющими компонентами являются масла, СОЖ (смазочно-охлаждающие жидкости), частицы металлов, абразива, связки. Очистка таких веществ возможна механическими методами. Особенность номенклатуры загрязняющих веществ таких сточных вод состоит в том, что они имеют различные удельные веса некоторые из них тяжелее воды и подвергаются седиментации и оседают, а другие (масла, СОЖ) легче воды и всплывают наверх. Очистка таких сточных вод, традиционно осуществляется последовательно в нескольких аппаратах: отстойниках, маслосборниках, флотаторах. Организация таких систем очистки на отдельных участках для локального оборотного водоснабжения вызывает затруднения из-за потребности в значительных производственных площадях. Решение этого вопроса возможно с использованием комбинированного устройства [2].

В этом устройстве описывается комбинированный процесс осаждения тяжелых частиц в нисходящем потоке воды и сбор и удаление легких фракций в восходящем потоке воды. Для организации подобных взаимопротивоположных процессов предлагается в центральной части корпуса установить конический расширяющийся патрубок, в котором за счет снижения скорости потока происходит соударение и укрупнение мелких частиц и их оседание, а мелкие частицы и легкие фракции поднимаются в верхнюю часть корпуса и удаляются механическим путем. Для улучшения качества очистки и повышения эффективности процесса разделения, разработана схема устройства, сочетающая несколько принципов разделения: отстаивание, инерциальную сепарацию и флотацию. Для реализации этого в нижней широкой части центрального подводного патрубка устанавливается кольцевой флотатор. Движение жидкости в предложенном аппарате происходит по следующей схеме. Загрязненная сточная вода по-

дается через патрубок подачи в верхнюю часть отстойника в распределительное устройство, имеющее кольцевой распределитель и далее в узкую часть диффузора. При движении воды вниз по диффузору скорость поступающей воды снижается. Одновременно с подачей жидкости, начинает подаваться воздух (или другой флотоагент) во флотатор и выделяющиеся пузырьки воздуха начинают подниматься вверх в пеносборник. За счет гидрофобности твердых частиц загрязнителя образуются комплексы «частица-пузырек» и они, вместе с легкими фракциями, собираются в пеносборнике. Вероятность образования комплексов «частица-пузырек» не 100% процентная и часть твердых загрязнителей, наиболее крупные, под действием силы гравитации, опускаются вниз. Далее, поток воды резко изменяет направление течения и после среза диффузора, устремляется вверх, к отводному патрубку, а тяжелые крупные частицы, по инерции опускаются в нижнюю часть корпуса и удаляются через шламовый патрубок. При выходе из расширяющейся диффузорной части внутреннего кожуха течение воды стабилизируется и для ламинарного течения можно использовать уравнение закона Стокса:

$$W_{oc} = \frac{d^2 * g (\rho_t - \rho_{ж})}{18\mu}, (1)$$

где W_{oc} - скорость осаждения твердых частиц, [м/с],

d - средний диаметр частиц, [м],

g -ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

$\rho_t, \rho_{ж}$ - плотность частицы и жидкости, [кг/м³]

μ - динамический коэффициент вязкости среды, [Па*с]

При работе отстойников скорость осаждения частиц будет меньше, чем расчетная по формуле (1), т.к осаждение будет происходить в стесненных условиях и сопротивление среды будет больше. Этот фактор можно учитывать поправочным коэффициентом $K < 1$. Этот коэффициент зависит от исходной концентрации загрязняющих компонентов и обычно находится в диапазоне: $K \approx 0,6 \div 0,9$.

Объем флотационной камеры определяется из соотношения:

$$Q_{\phi} = 0,025 * G * t_{\phi}, (2)$$

где Q_{ϕ} - объем флотационной камеры, [м³],

G - расход сточных вод, [м³/4],

t_{ϕ} - продолжительность флотации, [4].

Продолжительность флотации определяется скоростью подъема пузырьков:

$$W_{\pi} = 0,7 \sqrt{g * d_{\text{э}}}, (3),$$

здесь W_{π} - скорость подъема пузырьков, [м/с],

$d_{\text{э}}$ - эквивалентный диаметр пузырьков

$$d_{\text{э}} = \sqrt[3]{\frac{6V_{\pi}}{\pi}}, (4),$$

здесь V_{π} - пузырька парообразной формы, [м³].

Размеры пузырьков зависят от размеров отверстий, через которые проходит воздух ($\sim 5 \div 40$ мкм). Выбрав конструктивные параметры установки определяют время подъема пузырьков и размеры камеры флотации. Удаление собираемого в верхней части флотокамеры слоя шлама можно реализовать механическими устройствами или пневматически.

Литература:

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.2. Калуга, Издательство Н. Бочкаревой. 2003.-884 с.
2. Логунов В.Ф. и др. Патент №2283682 Бюл. №26 от 20.09.2006. Отстойник с нисходящее - восходящим потоком жидкости.
3. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. Учебн. пособие/Д.А. Кривошейн, П.П. Кукин, В.Л. Латин и др. М. Высшая школа. 2003.-344 с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование. Т.2. Механические и гидромеханические процессы. Под ред. А.М. Кутепова. М; Логос, 2002.-600 с.

УДК 66

МУТАГЕНЕЗ И МОНИТОРИНГ МУТАГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ОЧИЩЕННОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ БОС ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;
Филиппов А.Н., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация»)

Аннотация: Приведены данные по характеру мутагенеза, факторам, обуславливающим иницирование мутагенеза и результаты исследований - динамику мутагенности в процессе биоочистки и при транспортировании очищенной воды по коллектору.

Ключевые слова: Мутации, сточные воды, аэротенки, биоочистка, активный ил, активность

MUTAGENESIS AND MONITORING OF MUTAGENIC ACTIVITY OF TREATED WASTEWATER ON THE EXAMPLE OF A CHEMICAL PLANT'S BOS

Kirsanov V.V., Doctor of technical Sciences, Professor,
Honored ecologist of the RF, Honored chemist of the RT;

Filippov A.N., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: Data on the nature of mutagenesis, factors that cause the initiation of mutagenesis, and the results of research - the dynamics of mutagenicity in the process of bio-treatment and during the transportation of purified water through the reservoir.

Keyword: Mutations, waste water, aeration tanks, bio-treatment, activated sludge, activity

Мутации - (лат. *mutatio* - изменение, перемена), возникающие естественно (спонтанные) или вызываемые искусственно (индуцированные) стойкие изменения наследственных структур живой материи, ответственных за хранение и передачу наследственной информации. Свойство мутировать – универсальное качество всех живых организмов, в том числе бактерий, лежащее в основе наследственной изменчивости.

По характеру изменения наследственного (генетического) аппарата мутации подразделяют на геномные, хромосомные и генные или точковые [1].

Геномные мутации заключаются в изменении числа хромосом в клетках.

Хромосомные мутации - структурные изменения хромосом, захватывающие крупные участки ДНК. Часто возникают под воздействием физических и химических факторов. К хромосомным мутациям относятся: инверсия - участок хромосомы перевернут на 180°; транслокация - обмен участков; дупликация - удвоение участка хромосомы; фрагментация- разрыв хромосомы

Генные мутации – стойкие изменения химического строения отдельных генов. Генные мутации наиболее распространенный вид мутаций и не вызывает морфологических изменений. Причиной генных мутаций могут быть химические соединения, различные виды радиации.

Мутации могут возникнуть и спонтанно, без провоцирующего воздействия мутагенов.

Применение химических мутагенных факторов для снижения нитчатого вспухания активного ила (АИ) в биосистемах, уменьшения образования хламидобактерий, приводящих к неудовлетворительной седиментации иловой смеси во вторичных отстойниках и выносу взвешенных веществ с очищенной водой, рекомендуют Рапопорт И.А., Жмур Н.С. и ряд других авторов [1].

В области биологической очистки сточных вод (СВ) мутации возможны под воздействием комплекса биотических, абиотических факторов. Способность к мутации природных свойств микроорганизмов под влиянием изменив-

шегося состава СВ позволяет справиться микроорганизмам активного ила (АИ) с новыми загрязняющими веществами (ЗВ) через определенный промежуток времени. Данный промежуток может варьироваться от периода жизнедеятельности одного поколения бактерий до нескольких поколений и зависит от многих факторов.

Задача технолога биологических очистных сооружений (БОС) заключается в том, чтобы на основании комплекса химических и гидробиологических анализов смоделировать оптимальное сочетание факторов, обеспечивающих оптимальную мутацию бактерий. Оптимальность заключается, прежде всего, в выборе такого возраста микроорганизмов АИ, который, с одной стороны - будет соответствовать минимальному времени адаптации бактериальной клетки к деструкции ЗВ. (Требование минимизации продиктовано непрерывностью работы БОС, сравнительно небольшим периодом аэрации и реальной возможностью сброса новых соединений СВ, к которым заново («с нуля») необходимо адаптироваться бактериям). С другой стороны, излишнее индуцирующее воздействие мутагенов - химического фактора (соединений СВ) на микроорганизмы АИ – увеличение возраста ила сверх необходимого приведет к усилению мутагенного эффекта, что, в свою очередь, может привести к лизированию клеток бактерий [4]. (Данное условие определено необходимостью сохранения жизнеспособности микроорганизмов).

В связи с развитием производств и применением расширяющегося ассортимента химической продукции, состав и свойства которой не имеют аналогов в природе, изучение индуцированного данными искусственными соединениями мутагенеза, имеет актуальное значение.

Практически весь ассортимент выпускаемой продукции и номенклатура применяемого сырья рано или поздно, в виде газовых выбросов, твердых отходов или жидких сбросов, оказывается в окружающей природной среде. Проблема усугубляется тем, что многие вещества не имеют токсикологической и мутагенной характеристик. Официально установленные нормативы в виде ПДК, ПДС на сбросы, выбросы ЗВ, не учитывают эффекты синергизма, аддитивности при формировании и последующем канализовании СВ. Кроме того, ПДК устанавливаются на основании тестирования отдельных тест-объектов в лабораторных стандартных условиях без учета многообразия всех факторов, воздействующих на биоту в реальных условиях.

Систематически оценка мутагенеза, индуцированного химическими факторами, к сожалению, не осуществляется. Требований к обязательному определению мутагенности под воздействием отдельных соединений СВ в нормативно - правовых актах и нормативно-технической документации нет.

Между тем, проведенные исследования качественной оценки мутагенной активности СВ ПАО «Казаньоргсинтез» показали, что в процессе биоочистки за 8 час аэрации в аэротенках мутагенность снижается недостаточно эффективно (на 40%) (табл.1). Кроме того, в процессе транспортирования СВ происходит увеличение мутагенности (табл.2).

Таблица 1

Мутагенность СВ в процессе биоочистки

Время экспозиции	Мутагенность	
	<i>n</i>	<i>M ± m</i>
Контрольная проба (дистиллированная вода)	146	1,09±0,06
1 час аэрации	324	8,47±0,81
2 часа	468	7,96±0,64
4 часа	504	6,48±0,74
6 час	410	5,80±0,52
8 час	356	5,12±0,64

Примечание: 1) *n* – количество выполненных анализов (проб); *M* – результат анализа; *m* – погрешность анализа; 2) оценка токсичности мутагенности СВ проводилась с использованием тест-системы – семян репчатого лука (*Allium L.*) путем исследования проб анафазно-телофазным методом на базе биологической и химической лаборатории цеха очистных сооружений ПАО «Казаньоргсинтез» совместно с кафедрой коммунальной гигиены Казанского мединститута и зав. кафедрой д.м.н., проф. Ивановым А.В.) в 2000- 2005г.г. [2].

Исследования сточных вод на выходе из очистных сооружений и на расстоянии 5 и 10 км показали, что в процессе транспортировки сточных вод происходит увеличение их токсичности и мутагенности, что связано с образованием различных продуктов трансформации [4].

Таблица 2

Мутагенность сточных вод ПАО «Казаньоргсинтез» после БОС и по трассе транспортирования СВ по самотечному коллектору от БОС ДО Волги

Точки отбора проб	Мутагенность, %, <i>M±m</i>	<i>n</i>
Контрольная проба	1,23 ±0,31	26
Сточная вода на выходе из БОС	7,86±2,11	80
Сточная вода на расстоянии 5 км	7,90±1,4	6
Сточная вода на расстоянии 10 км	9,1±0,5	6

Литература:

1. Рапопорт И.А., Васильева. Применение химического мутагенеза в биологическом разрушении промышленных химических отходов / Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод.- М.: Наука, 1980.- С.38-40.
2. Иванов А.В., Семенов В.В. и соавт. Методические рекомендации по биоиндикации мутагенного фона внешней среды на высших растениях // №05-485.-23.02.93.- Казань.-23с.
3. 37. Эльпинер Л.И. Медико-экологические подходы к оценке роли водного фактора в среде обитания человека // Вестник АМН СССР.- 1989.-№8.- С.18-26.
4. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПОРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент.

Осипова И.В., магистрант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: разработан напорный фильтр для очистки сточных вод, с периодической регенерацией. Предложены расчетные схемы для проектирования.

Ключевые слова: напорный фильтр, схема работы, выбор параметров.

ENGINEERING OF THE PARAMETERS OF A PRESSURE FILTER FOR CLEANING WASTE WATER FROM SUSPENSION

Mingazetdinov I. Kh., candidate of technical Sciences, associate Professor;

Osipova I.V., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: a pressure filter for wastewater treatment with periodic regeneration has been developed. Calculation schemes for design are proposed.

Keywords: pressure filter, diagram of work, the choice of parameters.

Разработан напорный фильтр [1], [2] который позволяет осуществлять непрерывный процесс фильтроэлемента, поочередно используя два устройства, включенных параллельно в гидравлическую систему. Фильтроэлементы представляют собой набор гафрированных пластин кольцевой формы из фильтровальной ткани. Фильтроэлементы имеют клапаны регулирования подачи очищаемой воды и связаны между собой кинематически и гидравлически, что позволяет фильтроэлементам поочередно работать в режиме очистки и регенерации.

Исходными данными для проектирования напорного фильтра являются следующие параметры. Во-первых, это общий объем жидкости, требующий очистки V [м³/г]. Второй параметр – это исходная концентрация загрязняющего компонента C_0 [мг/м³]. Значение C_0 определяется экспериментально и зависит от вида и особенностей технологического процесса, который вызывает образование загрязняющих веществ.

Процесс фильтрования описывается уравнением [3]

$$W = \frac{dv}{dt} \cdot \frac{l}{F} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{ф.п.})}, \quad (1)$$

где W – скорость фильтрации, [м/с],

V – объем жидкости [м³]

F – площадь фильтрования [м²].

Для нашего случая: $F = F_1 \cdot n$, где F – площадь единичного гофра, n – число гофр фильтроэлемента.

q – объем фильтрата с единицы поверхности. Выбор площади фильтрования является важной инженерной задачей и определяется следующими соображениями. Чем больше площадь фильтрования, тем значительнее габариты устройства и больше экономические затраты, но дольше работает фильтроэлемент до цикла регенерации. Если выбрать площадь фильтрации F меньше, то объем фильтрата на единицу площади $q = \frac{V}{F}$ будет увеличиваться значение R_{oc} – сопротивление слоя осадка. В соотношении (1) ΔP – разность давлений перед фильтровальной перегородкой и после перегородкой, которая μ – динамическая вязкость жидкости в суспензии.

R_{oc} и $R_{ф.п}$ – сопротивление осадка и фильтровальной перегородки.

Сопротивление осадка: $R_{oc} = z_0 \cdot x_0 \cdot q$ (2)

где z – удельное объёмное сопротивление осадка.

Если фракционный состав загрязняющих веществ имеет размеры $1 \div 100$ мкм, то значения z_0 определяется экспериментально.

Если состав загрязнителей 1 мм и более, то определяют из соотношения:

$$Z_0 = \frac{k \cdot \varphi (1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3 \cdot d_{п}^2} \quad (3)$$

где K - коэффициент

$\varphi = 1/\psi^2$ - коэффициент (ψ – фактор формы)

$d_{п}$ – размер пор,

ε – порозность, это объемная доля просветов в суспензии.

$$\varepsilon = \frac{V_{св.}}{V} = \frac{\text{свободный объем}}{\text{общий объем}}$$

При проектировании напорного фильтра для конкретных условий могут рассматриваться различные частные случаи. Если проектируется устройство для очистки от загрязнителей, которые образуют несжимаемые осадки (строительные процессы, металлообработка), то при фильтровании с постоянной разностью давлений время фильтрования τ определяется:

$$\tau = \frac{\mu \cdot z_0 \cdot x_0}{2 \cdot \Delta p} \cdot q^2 + \frac{R_{ф.п} \cdot \mu \cdot q}{\Delta p} \quad (4)$$

Здесь предполагается, что сопротивление фильтрующей перегородки $R_{ф.п.} = \text{const}$ и поддерживается постоянная разность давлений ΔP . В случае, если загрязняющие компоненты образуют сжимаемые осадки (шлам после гальванических процессов), более рационально рассмотрение модели фильтрования при постоянной скорости фильтрования ($W = \text{const}$) и можно использовать следующие соотношения [3]:

$$q = (\Delta P - \Delta P_{ф.п.})^{1-S/B}, \quad (5)$$

$$\tau = \frac{q}{w}, \quad (6)$$

Здесь исходный перепад давлений ΔP уменьшается на величину потерь давления на перегородке $\Delta P_{\text{ф.п.}}$.

В формуле (S):

$$B = \mu \cdot \tau_0 \cdot x_0 \cdot w$$

S – коэффициент, меняется от 0 до 1, в зависимости от конкретных условий. Для описания процесса работы предложенного устройства модель по схеме ($W = \text{const}$) может быть более подходящей, т.к. кинематическая схема попеременной работы клапанов определяется давлением внутри фильтроэлементов.

В некоторых случаях, могут быть рассмотрены ситуации с частичным или полным закупориванием пор фильтровальной перегородки. В таких случаях время фильтрации t определяется опытным и осуществляется технологическая доводка устройства, регулированием технологических элементов напорного фильтра.

Приведенные расчетные соотношения (4), (5), (6), (7) рассматривают модели крайних состояний режимов фильтрации: $\Delta P = \text{const}$, и $W = \text{const}$. В реальных условиях процесс фильтрации при накоплении осадка на фильтроэлементе не может быть реализован одновременно при постоянной движущей силе $\Delta P = \text{const}$ скорость W будет понижаться за счет увеличения сопротивления слоя шлама и перегородки, поэтому, чтобы поддерживать постоянство скорости фильтрации W необходимо повышать ΔP по закону повышения сопротивления. На практике можно использовать комбинацию двух схем: сначала обеспечивают постоянную скорость W , при этом повышают ΔP до достижения допустимого давления, исходя из прогностных характеристик фильтроэлемента, а далее работают при этом давлении, при понижающейся скорости W .

При проектировании гидравлической системы в режиме $\Delta P = \text{const}$ для подачи загрязненной воды может быть использован центробежный насос, а в режиме $W = \text{const}$ могут быть использованы пршневые насосы с системой редукторов.

В тех случаях, когда необходимо очищать высоковязкие суспензии, например, гальванические шламы, можно использовать различные разбавители перед подачей на фильтрацию, приводящие к понижению вязкости.

Литература:

1. Модернизированный напорный фильтр для очистки сточных вод. Осипова И.В., Мингазетдинов И.Х. Сб., Химия и инженерная экология XIX. Сборник трудов международной научной конференции (школа молодых учёных) посвящается 150 – летию периодической таблицы химических элементов. 26 – 28 сентября 2019 г. С. 3-4, -356 стр. Казань, 2019.
2. Напорный фильтр с регенерацией. Патент на полезную модель

№1973955, бюл. №12 от Мингазетдинов И.Х., Осипова И.В., Григорьева И.Г.

3. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование. В 2 т. Механические и гидромеханические процессы /Д.А. Баранов и др. Под ред. А.М. Кутепова. – М. Логос. 2002. 600 с.

УДК 66

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИООЧИСТКИ ИЛАМИ
РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
БИООЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД
ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Ахметзянова Т.С., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Показаны результаты эффективности биочистки, проведенные на промышленных сточных вод химического предприятия, заключающиеся в различной зависимости ХПК от возраста активного ила, примененного для биочистки при различной нагрузке (разном коэффициенте равномерности).

Ключевые слова: Активный ил, исследования, уравнение, аэротенки, эффективность, биочистка.

**MODELING THE PROCESS OF BIOLOGICAL TREATMENT
WITH SLUDGE OF DIFFERENT AGES TO DETERMINE
THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL TREATMENT OF INDUSTRIAL
WASTEWATER OF A CHEMICAL ENTERPRISE**

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Ecologist of the Russian Federation, Honored Chemist of the RT;

Akhmetzyanova T.S., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The results of the effectiveness of biological treatment carried out at the industrial wastewater of a chemical enterprise are shown, which consist in different dependences of the COD on the age of activated sludge used for biological treatment at different loads (different uniformity coefficient)

Keywords: Activated sludge, research, equation, aeration tanks, efficiency, bioremediation.

Модельные исследования проводили с активным илом промышленных аэротенков и поступающим в цех очистных сооружений промышленными СВ. Для наращивания илов определенного возраста определили расход ила, исходя из уравнения (1) [3].

$$B = (a_{\text{ср}} \cdot W) / [(Q - P) \cdot \Pi_1 + (P \cdot a_{\text{изб}})] \quad (1)$$

где B – возраст АИ, сут; $a_{\text{ср}}$ – средняя доза ила в аэротенке, г/дм³; W – объем аэрируемых сооружений (аэротенков), м³; Q – расход сточных вод (СВ), м³/сут; Π_1 – содержание взвешенных веществ в очищенной воде, г/дм³; P – прирост (расход) избыточного ила, г/дм³; $a_{\text{изб}}$ – концентрация АИ, г/дм³.

Для исследований использовали модельные аэротенки объемом 1 дм³; нагрузка по СВ – 0,7 дм³; концентрация ила в аэрационной системе – 4 дм³; концентрация ила в отводимом АИ – 6 дм³; концентрация взвеси в очищенной воде – 0,014 мг/дм³.

Подставляя данные в уравнение (1), задавая возраст ила, полученный расчетом по уравнению, получим расход ила. Расчетные данные по расходу ила представлены в табл. 1:

Таблица 1

Расход избыточного АИ для получения разновозрастных илов

Расход ила, дм ³	0,14	0,072	0,039	0,023	0,008	0,00087
Возраст ила, сут	4,7	9,3	16,4	26,6	70,3	267

Для оценки эффективности работы илов разных возрастов использовали фактические ПСВ с различной концентрацией ЗВ (разными значениями ХПК) меняющимися в течение суток. В качестве минимального диапазона времени, учитывающего изменение ХПК, выбрали время усреднения стоков в усреднителях – 2 часа. Оценку нагрузок с учетом залповых аномальных сбросов и неравномерности поступлений по ХПК производили по уравнению 2.

$$K_p = \text{ХПК}_{\text{регл}} / (\text{ХПК}_{\text{max}} - \text{ХПК}_{\text{min}}), \quad (2)$$

где $\text{ХПК}_{\text{регл}}$ – ХПК поступающего в аэротенки ПСВ регламентное; ХПК_{max} и ХПК_{min} – ХПК фактическое поступающего в аэротенки ПСВ (максимальное и минимальное). Результаты исследований представлены в табл. 2, из которой видно, что эффективность биоокисления ЗВ простотока функционально зависит от возраста ила и от коэффициента равномерности нагрузок по ХПК (K_p). Минимальная величина K_p характеризует значительные различия по ХПК – залповые аномальные сбросы ПСВ.

В свою очередь, большое значение K_p является мерой стабильности поступающих ПСВ по нагрузкам. Расчет по средним нагрузкам не показателен, так как не отражает колебаний качества поступающих ПСВ. В проведенных условиях усредненные нагрузки – величины одного порядка, в то время как коэффициент равномерности K_p позволяет зафиксировать изменение нагрузки. На рис.1 представлена гистограмма зависимости эффективности очистки в аэротенках от возраста ила и K_p .

Таблица 2

Эффективность биоочистки сточных вод илами разных возрастов

Нагрузка по ХПК, мгО ₂ /дм ³ <u>max-min</u> среднее	K _p	Возраст ила, сутки					
		4,7	9,3	16,4	26,6	70,3	267
		ХПК, мгО ₂ /дм ³ очищенного ПСВ Эффективность очистки, %					
<u>920-350</u> 635	1,75	<u>150</u> 76	<u>120</u> 81	<u>116</u> 82	<u>98</u> 85	<u>98</u> 85	<u>86</u> 86
<u>1400-610</u> <u>1005</u>	1,9	<u>185</u> 81	<u>162</u> 83,8	<u>110</u> 89	<u>92</u> 97	<u>92</u> 97	<u>92</u> 97
<u>920-480</u> 700	2,2	<u>120</u> 83	<u>106</u> 85	<u>98</u> 86	<u>98</u> 86	<u>132</u> 81	<u>146</u> 79
<u>1500-900</u> <u>1200</u>	2,5	<u>165</u> 86	<u>141</u> 88,2	<u>132</u> 89	<u>112</u> 97	<u>112</u> 97	<u>126</u> 89,5
<u>1430-894</u> <u>1162</u>	2,8	<u>141</u> 87,8	<u>132</u> 88,6	<u>132</u> 88,6	<u>112</u> 90,3	<u>112</u> 90,3	<u>126</u> 89,1
<u>1360-876</u> <u>1118</u>	3,1	<u>121</u> 89	<u>121</u> 89	<u>116</u> 88,6	<u>92</u> 91,8	<u>92</u> 91,8	<u>111</u> 90,1
<u>1450-1009</u> <u>1229</u>	3,4	<u>125</u> 89	<u>125</u> 89	<u>125</u> 89	<u>110</u> 91	<u>110</u> 91	<u>122</u> 90
<u>1500-1095</u> <u>1297</u>	3,7	<u>112</u> 91,4	<u>112</u> 91,4	<u>98</u> 92,4	<u>98</u> 92,4	<u>112</u> 91,4	<u>112</u> 91,4
<u>1400-1023</u> <u>1211</u>	4,0	<u>134</u> 88,9	<u>120</u> 90	<u>110</u> 91	<u>92</u> 92,4	<u>110</u> 91	<u>110</u> 91
<u>1316-967</u> <u>1141</u>	4,3	<u>92</u> 92	<u>92</u> 92	<u>92</u> 92	<u>116</u> 89,8	<u>122</u> 89,3	<u>122</u> 89,3
<u>1100-790</u> <u>945</u>	4,8	<u>105</u> 89	<u>105</u> 89	<u>116</u> 87	<u>116</u> 87	<u>128</u> 86	<u>128</u> 86
<u>1315-1032</u> <u>1173</u>	5,3	<u>92</u> 92	<u>92</u> 92	<u>110</u> 90,6	<u>125</u> 89,3	<u>125</u> 89,3	<u>125</u> 89,3
<u>1481-1223</u> <u>1352</u>	5,8	<u>86</u> 93,6	<u>86</u> 93,6	<u>92</u> 93,2	<u>132</u> 90,2	<u>132</u> 90,2	<u>132</u> 90,2
<u>760-600</u> <u>680</u>	6,25	<u>92</u> 86	<u>92</u> 86	<u>98</u> 85,5	<u>110</u> 83	<u>110</u> 83	<u>136</u> 80

Из табл.2 и рис.1 видно, что максимальная эффективность очистки наблюдается в опытах с илом, возраст которого в интервале 26,6-267 сут. При увеличении K_p диапазон оптимального возраста ила, обеспечивающего максимальную очистку, сдвигается в сторону уменьшения и составляет 9,3-26,6 сут. При максимальных K_p , т.е. при стабильных нагрузках, эффективно применение ила возраста 4,7-16,4 сут.

Полученные результаты объяснимы с точки зрения физиологии микроорганизмов. В старом иле присутствуют микроорганизмы разных физиологических групп, обуславливающих окисление легкодоступных и труднодоокисляемых субстратов, что обеспечивает более полную биодеструкцию ЗВ [1]. Поэтому при залповых сбросах целесообразно применение ила возраста 26,6 и более суток.

В молодом иле формируется сообщество быстрорастущих микроорганизмов с определенным типом метаболизма, адаптированных к стабильным нагрузкам. Значительная доля физиологической активности приходится на конструктивный обмен (прирост ила).

Как следует из полученных результатов, интервал возраста ила 9,3-26,6 суток, является наиболее приемлемым в технологии, так как оптимумы эффективности очистки находятся в указанном диапазоне. При поступлении аномальных сбросов химстоков технологический режим отвода ила оперативно регулируется в сторону увеличения его возраста.

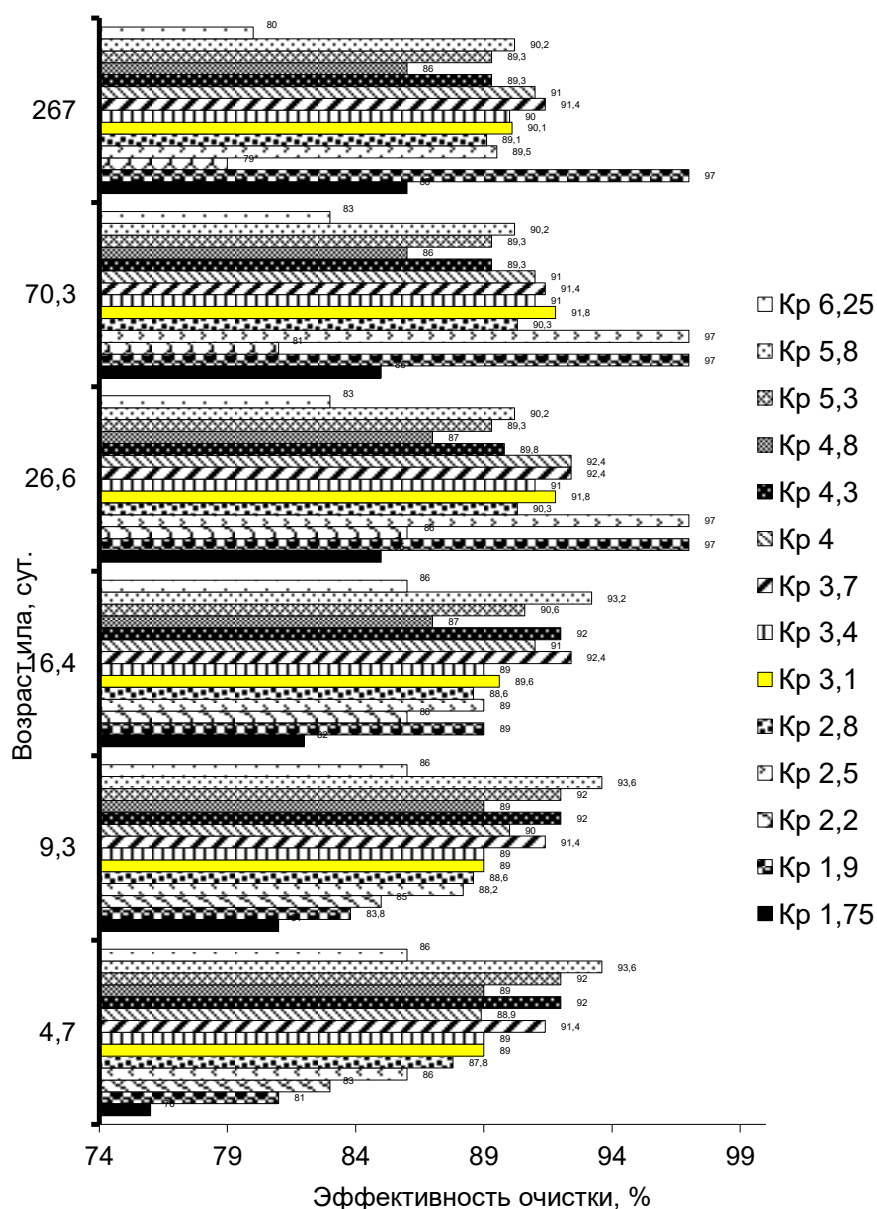


Рис. 1. Эффективность биоочистки илами разных возрастов.

Как уже упоминалось выше, регулирование возраста ила в условиях эксплуатации очистных сооружений возможно методом изменения объема отводимого ила (рис.2).

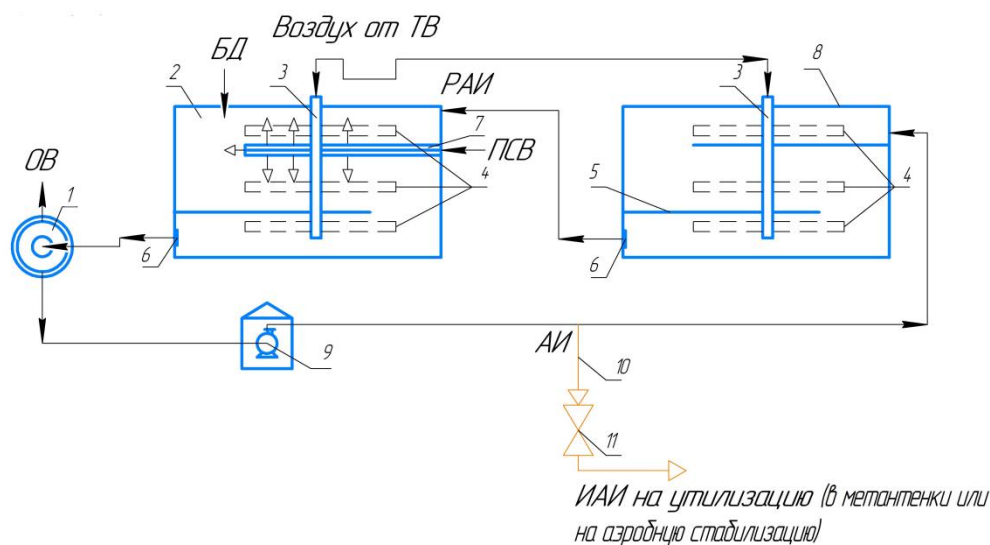


Рис 2. Технологическая схема биоочистки ПСВ в аэротенке с отдельной регенерацией АИ контуром отвода избыточного АИ (выделено оранжевым цветом), позволяющим регулировать возраст АИ.

1 - вторичный отстойник; 2- аэротенк; 3 - магистральный воздухопровод; 4 - аэраторы на дне сооружения; 5 - перегородки; 6 - сливные окна; 7 - лоток подачи и распределения ПСВ; 8 - регенератор АИ; 9 - насос для перекачки АИ; 10 - трубопровод отбора АИ на регенерацию; 11 - регулирующая задвижка (клапан) для регулирования возраста АИ.

ОВ - очищенная вода; БД - биогенные добавки; ТВ - турбовоздуховоды; РАИ - регенерированный АИ; ИАИ - избыточный АИ.

Технологически более удобно и менее затратно отводить меньшие объемы ила, поэтому из полученных оптимумов диапазона возрастов АИ для последующего регулирования технологии выбраны варианты максимального возраста.

Литература:

1. Микробиология загрязненных вод / Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. М., медицина, 1976.- 319.с.
2. ИТС 8-2015 (Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям). Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.2015.
3. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие/В.В. Кирсанов. - Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.

БИОДЕГРАДАЦИЯ АЛЛОТРОПНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ФОСФОРА

Миндубаев А.З.¹, к.х.н., с.н.с., доцент,

Бадеева Е.К.², к.х.н., н.с.

Бабынин Э.В.³, к.б.н., доцент,

¹Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ

Казанского научного центра РАН.

(г. Казань, Российская Федерация)

² Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

(г. Казань, Российская Федерация)

³ ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация. Описана попытка увеличить концентрацию белого фосфора в культуральной среде до значений выше 1%. Для этого мы добавляли в культуральные среды оливковое масло – растворитель, в котором белый фосфор сравнительно хорошо растворим. Оказалось, что в присутствии этого компонента минимальная ингибирующая концентрация белого фосфора резко падает. Оказалось, что *Aspergillus niger* AM1 способен утилизировать в качестве источника фосфора красный фосфор.

Ключевые слова: белый фосфор, красный фосфор, минимальная ингибирующая концентрация, *Aspergillus niger*.

BIODEGRADATION OF PHOSPHORUS ALLOTROPIC MODIFICATIONS

Mindubaev A.Z.¹, Ph.D. in Chemistry, S.R., associate professor

Badeeva E.K.², Ph.D. in Chemistry, r.

Babynin E.V.³, Ph.D. in Biology, associate professor

¹Institute of Power Engineering and Advanced Technologies,

FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences

(Kazan, Russian Federation)

²Institute of Organic and Physical Chemistry named after A.E. Arbuzov.

Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

(Kazan, Russian Federation)

³Kazan (Volga Region) Federal University

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: We describe attempt made to increase the concentration of white phosphorus in the culture medium to values above 1%. To do this, we added olive oil (a solvent in which white phosphorus is relatively soluble) to the culture medium. It turned out that in the presence of this component, the minimum inhibitory concentration of

white phosphorus drops abruptly. It was uncovered that *Aspergillus niger* AM1 possesses the ability to use red phosphorus as source of phosphorus.

Keywords: white phosphorus, red phosphorus, minimal inhibitory concentrations, *Aspergillus niger*.

До сих пор [1-4] максимальная концентрация белого фосфора в приготовленных нами культуральных средах составляла 1%. Поскольку минимальная ингибирующая концентрация (МИК) данного вещества для аспергиллов до сих пор не была найдена, были основания полагать, что аспергиллы могут расти в средах с концентрацией P_4 более 1%. Это имеет важное практическое значение, поскольку расширяет возможности создаваемого метода. В рамках проведенного исследования мы делали попытки увеличивать концентрацию белого фосфора в среде до значений выше 1%. Для этого мы добавляли в среды растворители – диметилсульфоксид (ДМСО) и дизельное топливо. Однако, эксперименты были признаны неудачными – дизельное топливо проявило высокую токсичность для аспергилла, а ДМСО оказался осмотически активным. В дальнейшем мы применили другой перспективный растворитель – оливковое масло. Растворимость белого фосфора в оливковом масле при 25°C составляет 12.5 г/л, или 1.25% [5]. Поэтому, возникла идея увеличивать концентрацию белого фосфора в средах путем добавления его в виде масляного раствора. Оливковое масло стерилизовали в автоклаве. Благодаря использованию ультразвука (ванна «Сапфир», 25 °C) нам удалось получить пересыщенный раствор белого фосфора в стерильном оливковом масле концентрацией 1.75% (0.35 г P_4 в 20 мл масла). При ультразвуковой обработке даже без нагрева белый фосфор за час растворяется в масле быстрее, чем за несколько недель без влияния ультразвука. При стоянии часть белого фосфора из раствора выпадала в осадок, т.е. реальная концентрация была чуть меньше. В атмосфере аргона масло с белым фосфором сохраняло консистенцию и оливковый цвет, т.е. образовывался истинный раствор. Но при контакте с воздухом поверхность масла начинала дымить и покрываться темно-коричневой пленкой. Возможно, окисление белого фосфора кислородом воздуха приводило к образованию свободных радикалов и полимеризации компонентов масла. Посев проводился в планшет с 24 лунками объемом по 2 мл. В трех рядах лунок по горизонтали в среду добавлялось 5%, 2.5% и 1.25% масла с белым фосфором, соответственно. Концентрации белого фосфора в среде, соответственно, составляли 0.0875%, 0.04375% и 0.021875%. Четвертый ряд лунок представлял собой контроль, среду без белого фосфора и с фосфатом. В рядах по вертикали на разные концентрации белого фосфора и в контроль сеяли три штамма *A. niger*: AM1, FW2731 и FW2664.

В отличие от использованных ранее органических растворителей – дизельного топлива и ДМСО – оливковое масло [6] не оказывает на *A. niger* AM1 токсическое действие. Гриб растет в среде, содержащей оливковое масло в качестве единственного источника углерода, но медленнее, чем в среде с глюкозой.

Однако, токсичность белого фосфора в виде масляного раствора оказа-

лась намного выше, чем в виде водной эмульсии. Все три исследованных штамма даже спустя 32 суток после посева не растут в ряду лунок с 5% масляного раствора (0.0875% в пересчете на P_4). Эта концентрация, по всей видимости, представляет собой МИК белого фосфора. Как показывали наши предыдущие исследования, в случае водной эмульсии P_4 аспергиллы росли даже при его концентрации 1%, т.е. как минимум в 11 раз выше. Возможно, такая разница объясняется крайне низкой растворимостью белого фосфора в воде: он выпадает в осадок. Соответственно, только незначительная его часть проникает в клетки гриба и оказывает токсическое действие. В оливковом масле его растворимость выше, чем в воде, почти в 6000 раз, что значительно увеличивает эффективность проникновения белого фосфора внутрь живых клеток.

Аллотропная модификация элементного фосфора красный фосфор находит широкое применение. Известны попытки применения красного фосфора в качестве фосфорного удобрения [7], но без успеха. Интересно, что красный фосфор оказался практически лишенным токсичности для аспергилла. При выращивании в полноценной (с фосфатом) среде в чашке Петри, с нанесениями красного фосфора в физиологическом растворе, мицелий гриба растет буквально на красном фосфоре. Зоны подавления роста вокруг нанесенного вещества не образуются!

Отмечена стимуляция спорообразования красным фосфором: конидиеносцы со спорами появляются в первую очередь в местах соприкосновения мицелия с исследуемым веществом. Мы предполагаем, что красный фосфор оказывает на культуру гриба легкое стрессирующее действие, ускоряющее переход к размножению.

В среде без фосфата, с красным фосфором в качестве единственного источника фосфора, также наблюдается рост аспергилла! Красный фосфор практически нерастворим в водных средах и в пробирках с культуральной средой оседает на дно. Тем не менее, по-видимому, происходит медленное окисление красного фосфора с образованием фосфорной кислоты, возможно, ускоренное метаболическими процессами гриба.

Стало быть, есть основания говорить о биodeградации красного фосфора.

Эта работа была выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям, проект № С1-34299.

Литература:

1. Миндубаев, А.З. Влияние состава культуральных сред на эффективность биodeградации белого фосфора / А.З. Миндубаев, Э.В. Бабынин, Е.К. Бадеева // Сборник трудов Международной научной конференции «Химия и инженерная экология» - XIX. – Казань, 26-28 сентября 2019 г. – С. 316-320. Международной научной конференции «Химия и инженерная экология» - XIX. – Казань, 26-28 сентября 2019 г. – С. 316-320.

2. Mindubaev, A.Z. The possibility of neutralizing white phosphorus using microbial cultures / A.Z. Mindubaev, E.V. Babynin, A.D. Voloshina, K.A. Saparmyra-

dov, Y.A. Akosah, E.K. Badeeva, S.T. Minzanova, L.G. Mironova // News of NAS RK. Series of geology and technical sciences. 2019. Vol.5. No.437. P. 122-128.

3. Mindubaev, A.Z. Effect of White Phosphorus on the Survival, Cellular Morphology, and Proteome of *Aspergillus niger* / A.Z. Mindubaev, S.V. Kuznetsova, V.G. Evtyugin, A.G. Daminova, T.V. Grigoryeva, Y.D. Romanova, V.A. Romanova, V.M. Babaev, D.N. Buzyurova, E.V. Babynin, E.K. Badeeva, S.T. Minzanova, L.G. Mironova // Applied Biochemistry and Microbiology. 2020. Vol.56. No.2. P. 194-201.

4. Миндубаев, А.З. Влияние белого фосфора на выживаемость, протеом и клеточную морфологию *Aspergillus niger* / Миндубаев А.З., Кузнецова С.В., Евтюгин В.Г., Даминова А.Г., Григорьева Т.В., Романова Ю.Д., Романова В.А., Бабаев В.М., Бузюрова Д.Н., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г. // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. Т.56. №.2. С.156-164.

5. Rivera, Y.B. Summary and Evaluation for White Phosphorus. A Literature Remediation: Review / Y.B. Rivera, T. Olin, R.M. Bricks // US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station. Technical Report IRRP-96-7. 1996. P.61.

6. Boskou D. Olive Oil. Chemistry and Technology. Academic Press. – 2006. – 282 p.

7. Rothbaum, H.P. Red phosphorus as a possible fertilizer / H.P. Rothbaum // Outlook on Agriculture. - 1966. - Vol.5. - No.3. - P.123-128.

УДК 504.054

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ В Г. КАЗАНИ

Муртазина А.И.¹, магистр,
Шипилова Р.Р.¹, ст. преподаватель
Валиев В.С.², с.н.с.

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

²Институт проблем экологии и недропользования
Академия наук Республики Татарстан
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В работе дан анализ оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях г. Казани с использованием авторской методики определения состояния диагностируемых объектов, основанной на использовании теоремы Байеса для оценки полной вероятности. Особенностью расчета вероятностей методом Байеса является обобщение априорных и апостериорных вероятностей с оценкой и относительной характеристикой полной вероятности, на основе которой рассчитаны вероятности превышения уровня приемлемого риска.

Ключевые слова: вероятность превышения, уровень загрязнения, автомагистрали, теорема Байеса

ASSESSMENT OF PROBABILITY OF AMBIENT AIR POLLUTION ON MOTORWAYS IN KAZAN

Murtazina A.I.¹, student
Shipilova R.R.¹, senior lecturer
Valiev V.S.², senior researcher

¹Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

²Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan
Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article analyzes the assessment of the level of atmospheric air pollution on the highways of Kazan using the author's method for determining the state of diagnosed objects, based on the application of Bayes' theorem to assess the overall probability. The singularity of calculating probabilities by the Bayesian method is the generalization of prior and posterior probabilities with an estimate and a relative characteristic of the total probability, on the basis of which the probabilities of exceeding the level of acceptable risk are calculated.

Keywords: probability of exceeding, pollution level, highways, Bayes' theorem.

Для комплексного обеспечения экологической безопасности территории необходимо иметь полную и достоверную информацию о параметрах окружающей среды. В действующей системе экспериментального экологического мониторинга существуют значительные пространственно-временные, количественные и качественные ограничения. Для их устранения наиболее эффективным и экономичным является развитие системы расчетного экологического мониторинга. Однако, используемые в настоящее время расчетные методы экологического мониторинга имеют значительную погрешность моделирования ситуаций – порядка 30%, поэтому возникает необходимость разработки более эффективных моделей и методов для расчетов [1-4].

При оценке качественного состояния урбоэкосистем можно выделить два типа риска: 1) риск загрязнения компонентов урбоэкосистемы в результате антропогенной деятельности; 2) риск ухудшения здоровья жителей при загрязнении компонентов урбоэкосистем. По данным Федерального государственного бюджетного учреждения «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан» в 2019 году уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Казани характеризовался как «повышенный», при этом основной вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят автотранспортные средства (63,8%).

Нами проведена оценка степени загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях с учетом определения содержания в воздухе основных компонентов выхлопных газов (оксида углерода (CO), оксида серы (SO₂), оксидов азота (NO₂), диоксида серы (NO), взвешенных веществ (В-В), аммиака (NH₃)).

Точки отбора проб воздуха располагались в районах с интенсивным движением транспорта, в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей. Адреса расположения точек отбора проб и интенсивность движения автотранспорта в их пределах приведена на рис.1.



Рис. 1. Характеристика нагруженности исследуемых автомагистралей

Измерения были организованы в виде маршрутных постов по скользящему графику. Отбор проб проводился в утренние и вечерние часы пик (8:00 – 10:00 и 17:00 – 19:00). Одновременно измерялись метеорологические параметры атмосферного воздуха: температура, атмосферное давление, влажность, скорость и направление ветра. По каждому компоненту получено не менее 30 результатов определений.

Обработка результатов анализа осуществлялась согласно расчёту полной вероятности по теореме Байеса. Особенностью такого расчета вероятностей является использование как априорных, так и апостериорных вероятностей с удельной оценкой относительной доли в пределах полной вероятности. Априорная вероятность – это вероятность, присвоенная событию при отсутствии знания, поддерживающего его наступление. Апостериорная вероятность – это условная вероятность события при некотором условии, рассматриваемая в противоположность его априорной вероятности. Метод Байеса объединяет обе вероятности в полную вероятность, соответственно, позволяя оценить и относительные доли разных вероятностей, что предоставляет методический инструмент для сопоставления состояний объектов или событий.

Будем считать, что диагностируемый объект может находиться в одном из возможных состояний D_i ($i=0, 1, \dots, N$) и характеризуется сложным признаком $k=(k_1, k_2, \dots, k_m)$. В соответствии с теоремой Байеса рассчитываются условные

вероятности $P(D_i / k) = P(D_i / k_1, k_2, \dots, k_m)$. Это – апостериорные, то есть установленные после диагностирования, вероятности состояний D_i при условии, что объект обладает признаком k . Решающее правило – правило принятия решения о нахождении объекта в состоянии D_i – состоит в том, что объект с комплексным признаком k относят к указанному состоянию, если апостериорная вероятность этого состояния максимальна

$$P(D_i/k) > P(D_j/k), j = 0, 1, \dots, N; i \neq j$$

Это правило усиливают введением уровня распознавания P^* , обычно $P^* \geq 0,9$. Решение о диагнозе D_i принимается, если выполнены условия (1) и $P(D_i/k) \geq P^*$.

При этом вероятность альтернативных диагнозов не превышает $1 - P^*$. В ином случае отказываются от постановки диагноза, для постановки которого требуется дополнительная информация.

Априорная и апостериорная вероятности по теореме Байеса соотносятся следующим образом:

$$P(B|A) = \frac{P(B) \cdot P(A|B)}{P(A)}$$

где: A - рассматриваемое событие,

B - гипотеза, входящая в некую полную группу событий.

При этом вероятность $P(B)$ - является априорной (безусловной) вероятностью, а вероятность $P(B|A)$ - апостериорной (условной) вероятностью [5].

Расчеты произведем по превышениям ПДК и дадим вероятностную гигиеническую характеристику (основанную на риске здоровью человека) всех загрязняющих веществ в 15 точках города Казани и отдельно каждого вещества, так же рассчитаем по медиане — вероятностную экологическую характеристику (основанную на оценке общей изменчивости сложившегося на территории загрязнения).

В результате была получена особая гигиеническая характеристика (отражающая риск здоровью человека), представляющая собой вероятности превышения ПДК ряда загрязняющих веществ: CO , SO_2 , NO_2 , NO , взвешенные вещества (В-В) и NH_3 . В данном исследовании перечисленные примеси являются приоритетными для оценки. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка риска превышения предельно-допустимых концентраций
для приоритетных примесей

адрес	CO	SO ₂	NO ₂	NO	В-В	NH ₃
ул.Даурская, станция метро «Аметьево», вход №1	0	0	0	0	0	0
ул. Р.Зорге, 13	0,066	0	0,095	0	0,057	0,095
ул.Р.Зорге, 102	0,1	0,25	0,047	0	0,115	0,047
Проспект Победы, 78	0,0133	0	0,19	0	0,115	0,19
Проспект Победы, 141, стоянка ТЦ «Мега»	0,033	0	0,047	0	0,028	0,047
Проспект А.Камалеева, стоянка ипподрома	0,0133	0	0,142	1	0,13	0,142
ул.Салимжанова, 23	0,033	0,25	0,047	0	0,028	0,047

ул. Островского	0,1	0,25	0,047	0	0,115	0,047
ул. Оренбургский тракт, 17	0,66	0	0,095	0	0,057	0,095
пр. Ямашева, 46, Автостоянка ТЦ «Парк Хаус»	0,033	0	0,047	0	0,028	0,047
ул.Бондаренко, Парк Победы	0	0	0	0	0	0
ул.Чуйкова, 20а	0,1	0	0,095	0	0,101	0,095
Проспект Ямашева, 82	0,166	0	0,095	0	0,188	0,095
пр. Ф.Амирхана, 30	0	0,25	0	0	0	0
ул.С.Хакима, стоянка ТЦ «Леруа Мерлен»	0,033	0	0,047	0	0,028	0,047

Согласно полученным результатам наибольшая вероятность загрязнения отмечена в зоне 13 (участок на проспекте Ямашева). В данной зоне наблюдаются превышения по СО - 16%; по В-В – 18%; NO₂ – 9% и NH₃ - 9%, что не удивительно, т.к интенсивность движения машин на данном участке одна из максимальных.

Несколько чище зона 4 (участок между ул.Завойского и ул.Ломжинская) вероятности превышения по СО - 13%; по В-В – 11%; NO₂ – 19% и NH₃ - 19%, и зона 6 (участок между ул.Курская и ул.Тулпар) вероятности превышения по СО - 13%; по В-В – 13%; NO₂ – 14% и NH₃ - 19%. Самые чистые зоны – 1 (участок между ул. Аметьевская магистраль и ул. Карбышева), 11 (участок между пр.Ямашева и ул.Волгоградской) и 14 (участок между ул.Чуйкова и ул.Воровского), здесь превышений нет.

По экологической характеристике рассчитанных вероятностей (оценка общей изменчивости сложившегося на территории загрязнения) зафиксированы вероятности превышения почти по всем веществам. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка вероятности превышения пороговых значений концентраций

адрес	СО	SO ₂	NO ₂	NO	В-В	NH ₃
ул.Даурская, станция метро «Аметьево», вход №1	0,037	0,035	0,033	0,036	0,035	0
ул. Р.Зорге, 13	0,077	0,076	0,07	0,072	0,078	0,095
ул.Р.Зорге, 102	0,071	0,076	0,067	0,07	0,075	0,047
Проспект Победы, 78	0,083	0,086	0,094	0,091	0,084	0,19
Проспект Победы, 141, стоянка ТЦ «Мега»	0,8	0,079	0,084	0,081	0,078	0,047
Проспект А.Камалеева, стоянка ипподрома	0,061	0,06	0,07	0,065	0,06	0,142
ул. Салимжанова, 23	0,52	0,05	0,048	0,051	0,051	0,047
ул. Островского	0,061	0,061	0,054	0,057	0,06	0,047
ул. Оренбургский тракт, 17	0,065	0,062	0,061	0,061	0,062	0,095
пр. Ямашева, 46, Автостоянка ТЦ «Парк Хаус»	0,08	0,076	0,081	0,078	0,078	0,047
ул.Бондаренко, Парк Победы	0,038	0,039	0,038	0,04	0,037	0
ул.Чуйкова, 20а	0,066	0,07	0,071	0,071	0,071	0,095
Проспект Ямашева, 82	0,083	0,079	0,08	0,078	0,08	0,095
пр. Ф.Амирхана, 30	0,072	0,075	0,072	0,073	0,075	0
ул. С. Хакима, стоянка ТЦ «Леруа Мерлен»	0,068	0,069	0,068	0,069	0,069	0,047

По результатам расчета вероятностей (оценка общей изменчивости сложившегося на территории загрязнения) зафиксированы вероятности превышения почти по всем веществам. Самая загрязненная зона по вероятностям превышения медианных (условно фоновых) концентраций является зона 4 (участок между ул. Завойского и ул. Ломжинская), в данной зоне отмечены вероятности превышения по всем веществам СО – 8,3%; по В-В – 8,4%; SO₂ – 8,6; NO – 9,1%; NO₂ – 9,4% и NH₃ - 19%. Также на данном участке интенсивность движения одна из максимальных. Проведённое исследование позволило продемонстрировать эффективность вероятностных методов для оценки качественного состояния атмосферного воздуха на разных участках территории г. Казани, что, в свою очередь, необходимо при разработке рекомендации для снижения интенсивности автотранспортных потоков на наиболее нагруженных автомагистралях.

Литература:

1. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха/ В сборнике: Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов. Научный симпозиум шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции). 2017. С. 180-183.
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов/ Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 19. С. 71-74.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 3//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 119-121.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмаков Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 2//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 115-118.
5. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия.// Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

УДК 66

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ
НЕРАСТВОРЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
СТОЧНЫХ ВОДАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
В РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ УСРЕДНИТЕЛЯХ
С ДИАГОНАЛЬНЫМ ЛОТКОМ**

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Бутузова Ю.А., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация»)

Аннотация: Предложена технологическая схема изменения (реконструкции) типового восьмисекционного усреднителя с диагональным лотком, позволяющая задерживать плавающие углеводороды и шлам в производственных сточных водах химического, в результате которой усреднитель, кроме усреднения сточных вод, будет и локализовывать углеводороды, повышая тем самым эффективность последующих стадий очистки.

Ключевые слова: Усреднитель, углеводороды, секция, локализация, перегородка, утилизация, сточные воды.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF SEPARATION AND LOCALIZATION
OF UNDISSOLVED HYDROCARBONS IN INDUSTRIAL WASTEWATER
OF A CHEMICAL ENTERPRISE IN RECONSTRUCTED HOMOGENIZERS
WITH A DIAGONAL TRAY**

Kirsanov V.V., doctor of technical sciences, professor,
Honored Ecologist of the RF, Honored Chemist of the RT;

Butuzova Yu.A., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: A technological scheme for the change (reconstruction) of a typical eight-section homogenizer with a diagonal tray is proposed, which allows retaining floating hydrocarbons and sludge in industrial chemical wastewater, as a result of which, in addition to averaging wastewater, the homogenizer will also localize hydrocarbons, thereby increasing the efficiency of subsequent treatment stages.

Keywords: Aggregator, hydrocarbons, section, containment, partition, disposal, waste water.

Производственные сточные воды (ПСВ) предприятий химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающих отраслей промышленности отличаются непостоянством концентрации загрязняющих веществ (ЗВ), их видов,

расходом, температурой, pH –среды, наличием нерастворенных (плавающих) насыщенных и ненасыщенных углеводородов (УН) и многих других разнообразных параметров, негативно влияющих на биоту [1-4].

С целью осуществления эффективной очистки в технологии на всех стадиях и сооружениях механических, физико-химических и биологических способов, необходимо подавать усредненные ПСВ. Кроме того, ПСВ химических предприятий обычно отличаются повышенной кислотностью или щелочностью, что обуславливает повышенную коррозионность трубопроводов, насосов и другого оборудования и отрицательно влияют на эффективность биоочистки.

Усреднение сточных вод по составу и концентрации производится в специальных резервуарах – усреднителях. На рис. 1 показан восьмисекционный усреднитель конструкции инженера Ваякина, наиболее широко применяющийся в промышленности.

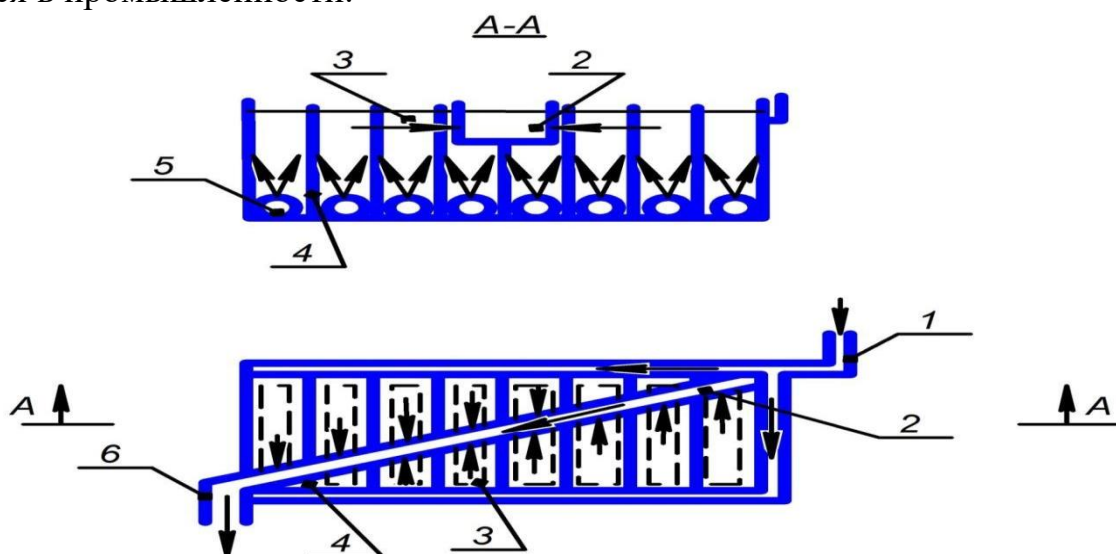


Рис.1. Схема распределения потоков производственных сточных вод (ПСВ) в восьмисекционном усреднителе с диагональным лотком

1 – входной подводящий лоток; 2 – диагональный лоток; 3 – секции усреднителя; 4 – перегородки между секциями; 5 – барботажные трубопроводы; 6 – выходной диагональный лоток усредненных ПСВ на вход в смеситель-нейтрализатор.

Усреднитель представляет собой резервуар прямоугольного сечения, разделенный на восемь секций (3), в каждую из которых с торцов (по короткой стороне) поступает исходная ПСВ. В торце каждой секции имеется входное окно с шибером для регулирования количества впускаемой сточной воды. По диагонали резервуара расположен сборный, так называемый диагональный лоток (4). Расстояние от входа с торца секции усреднителя до диагонального лотка (т. е. выхода из секции или входа в диагональный лоток) в каждой из восьми секций разное (в первой секции минимальное и максимальное расстояние – в восьмой). Поперечное сечение каждой секции одинаковое, соответственно скорость движения жидкости будет одинаковой, но за счет разных длин пути в од-

но и то же время в диагональный лоток будут сливаться ПСВ различного состава и различной концентрации загрязнений.

То есть, в одно и то же время в сборный диагональный лоток (4) будут сливаться порции ПСВ, поступившей в усреднители в разное время и, соответственно, имеющие разный состав и концентрации.

Дополнительное усреднение сточных вод обеспечивает и воздух, нагнетаемый в усреднитель через аэраторы (5) – перфорированные трубы, уложенные на дне каждой секции.

Многолетняя практика эксплуатации цеха очистных сооружений показала, что одной из основных проблем, связанных с ПСВ на входе в цех, усугубляющей качество не только, механической, но и биологической очистки и, соответственно, ухудшающей показатели очищенной воды на сбросе в водоем, является периодические сбросы с ПСВ нерастворенных углеводородов различного класса с технологических цехов крупного предприятия ПАО «Казаньоргсинтез» [2].

Для решения проблемы локализации УН в первичных устройствах по очистке на входе в цех и исключения их дальнейшего транспортирования по технологической цепочке, компактного сбора их в одном устройстве и последующей утилизации, предлагается измененная конструкция типовых проектных усреднителей (рис.2) (типовые усреднители, построенные по первоначальному проекту не предназначены для локализации УН. Предложенные усреднители, кроме первоначальной функции усреднения ПСВ, обеспечивают задержание в секциях-ловушках УН (эмульгированные углеводороды трансформируется в нерастворенные в сооружении, предваряющим усреднители, - в смесителе-нейтрализаторе первого этапа) и последующее их удаление на утилизацию (рис.2).

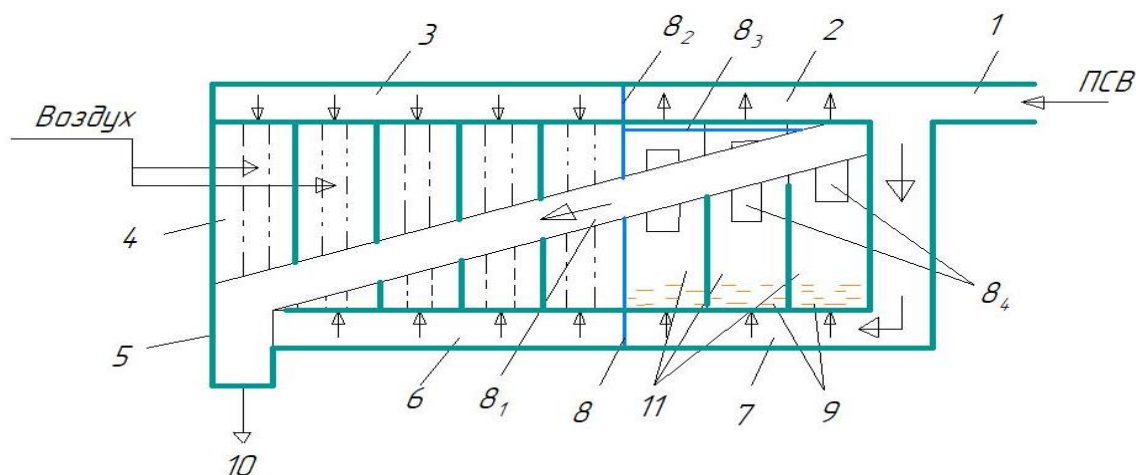


Рис. 2. Схема распределения потоков ПСВ по секциям-ловушкам и барботажным секциям восьмисекционного с диагональным лотком реконструированного усреднителя.

1 - входной лоток поступающих в цех ПСВ; 2 - выходной лоток осветленных ПСВ на выходе из секций-ловушек; 3,6 - входной лоток осветленных ПСВ на входе в барботажные секции; 4 - перфорированные барботажные трубы $\varnothing 57$, смонтированные на дне каждой из барботажных секций; 7 - входной лоток по-

ступающих ПСВ с нерастворенными (плавающими) углеводородами (УН); 8, 8₂ - шибера (перегородки), регулирующие, перекрывающие вход УН в барботажные секции (на глубину 0,4 м (сверху)); 8₃ - щиты для задержания УН на выходе из секций-ловушек, заглубленные на 0,6 м; 8₄ - окна в диагональном лотке для перетока ПСВ с частью незадержанных на шиберах 8 нерастворенных углеводородов, расположенные на глубине 0,5 м; 9 - слой задержанных УН (по мере накопления откачивается вакуум-насосом и центробежным насосом на утилизацию; 10,5 - выходной диагональный лоток осветленных и усредненных ПСВ на вход в смеситель-нейтрализатор 2-ой стадии; 11 - секции-ловушки; 8₁ - глухая (сплошная) перегородка в диагональном лотке.

Реконструирование заключается в изоляции трех первых по ходу движения ПСВ секций (11, рис.2) от остальных пяти барботажных секций восьмисекционного усреднителя регулируемые запорными устройствами – шиберами (8, 8₂, рис.2), полупогруженными в ПСВ щитами (8₃) и «глухой» перегородкой (8₁). В секциях-ловушках, в диагональном лотке по одному в каждой противоположной стенке его, делаются окна (8₄) на глубине 0,5 м для протока частично осветленных от УН сточных вод из одной части секций-ловушек в другую.

Таким образом, ПСВ проходят очистку от УН на трех этапах (барьерах): первый этап – окна 8₄; второй – щиты 8₃; третий – шибера 8 и 8₂. Каждый последующий барьер заключается в последовательном заглублении щита (окна, шибера) от поверхности ПСВ, увеличивающемся на 0,1 м, что позволяет исключить проскок УН. Два из них - 8 и 8₂ можно опускать (поднимать), меняя глубину погружения в зависимости от меняющейся гидравлической нагрузки и количества УН в поступающих в цех ПСВ. В секциях-ловушках (11) подача воздуха на барботаж исключается, а накопившийся слой УН на поверхности секций-ловушек и выпавший осадок шлама периодически вакуумируется вакуум-насосом в промежуточную емкость и далее откачивается центробежным насосом на утилизацию.

Литература:

1. Справочник химика, том 1. Под редакцией Б.П. Никольского, Л. Химия, 1971г.
2. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы / В.В. Кирсанов.- Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.- 496 с.
3. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.
4. Мингазетдинов И.Х., Мальцева С.А., Гоголь Э.В., Тунакова Ю.А. Выбор и обоснование рациональной очистки сточных вод производств синтетических полимеров и пластических масс// Вестник Казанского технологического университета. 2013. №14. с. 131-133

РЫЧАЖНЫЙ ДОЗАТОР В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент;

Смирнова С.В., кандидат технических наук, доцент;

Серов С.Ю., обучающийся;

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Раскрывается конструкция и принцип работы рычажного дозатора, который используется для непрерывного автоматического дозирования реагентов в устройстве центробежной очистки сточных вод от загрязняющих компонентов.

Ключевые слова: рычажный дозатор, устройство очистки сточных вод

LEVER DISPENSER IN INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

Mingazetdinov I.Kh., candidate of technical sciences, associate professor;

Smirnova S.V., candidate of technical sciences, associate professor;

Serov S.Yu., student;

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotaion: The design and principle of operation of a lever dispenser, which is used for continuous automatic dosing of reagents in a centrifugal wastewater treatment device from polluting components, is disclosed.

Key words: lever dispenser, waste water treatment device

Многие методы очистки сточных вод от загрязняющих компонентов требуют использования определенных добавок различных веществ и реагентов для реализации и улучшения качества процессов очистки. Используемые добавки должны быть строго дозированы, в соответствии с особенностями протекающих процессов. Для непрерывного автоматического дозирования коагулянтов в устройстве центробежной очистки [1] предложен рычажный дозатор, представленный на рис.1 (нумерация сохранена, как в заявке на изобретение – фиг.2). Устройство представляет собой рычажные весы 16, на одном плече которого имеется противовес 17, имеющий возможность перемещения вдоль плеча, на котором имеется градировочная разметка для регулирования массы груза на другом плече рычага. Положение рычажных весов контролируется датчиком 18, который расположен под другим плечом весов 16.

На другом конце рычажных весов расположен ленточный транспортер 12. Над транспортером 12 установлен бункер 13 с запасом расходного материала

(порошок, гранулы и др.), оборудованная заслонкой 15, которая позволяет регулировать размер проходного сечения бункера. Из бункера 13, через отверстие с заслонкой 15 поступает сыпучий материал 14 на ленточный транспортер 12, откуда поступает в воронку 11. Поступление материала 14 на ленту транспортера 12 продолжается до уравнивания плеч рычага 16 с противовесом, о чем свидетельствует датчик 18. Лента транспортера 12 приводится в действие от постороннего привода и таким образом, организуется непрерывная подача реагента в корпус устройства 1, где реализуется процесс очистки. Далее смешенная с реагентом вода попадает в статический смеситель 2, после которого продолжает двигаться по корпусу устройства 1 для дальнейшей очистки.

Перед началом процесса работы дозатора, производят его настройку. В зависимости от вида загрязнителя, его исходной концентрации и объема очищаемой воды, определяют количество необходимого реагента. В зависимости от этого значения настраивают противовес 17 и подбирают необходимое отверстие в бункере 13 и скорость движения ленты транспортера 12.

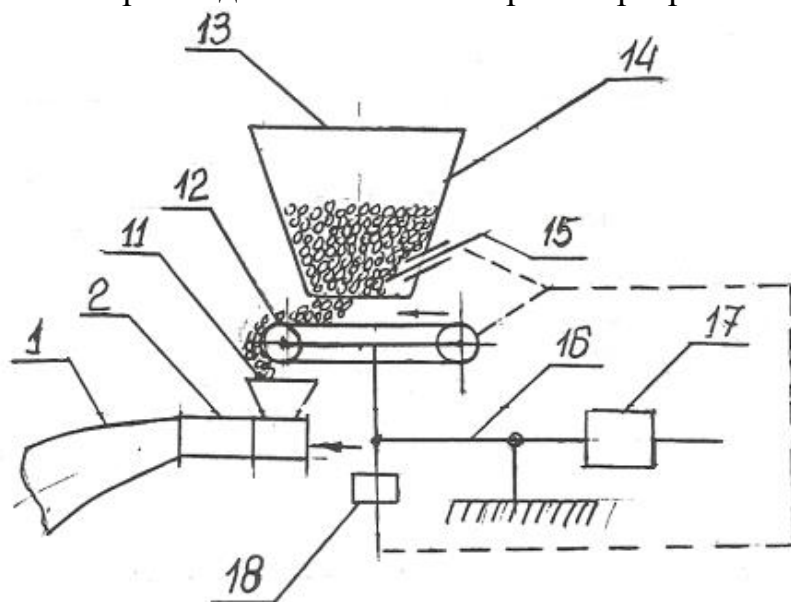


Рис. 1. Рычажный дозатор

1 – корпус устройства очистки, 2 – статический смеситель, 11- воронка, 12 - ленточный транспортер, 13 – бункер, 14 – сыпучий материал, 15 – заслонка, 16 - рычаг с делениями, 17 – противовес, 18 – датчик.

После настройки дозатор работает автоматически, поддерживая постоянно необходимое количество реагентов. Данное устройство может найти применение в практике очистки сточных вод с применением различных коагулянтов, реагентов, добавок для нейтрализации.

Литература:

1. Устройство центробежной очистки. Заявка на изобретение №2020125313. Авторы Мингазетдинов И.Х., Серов С.Ю., Смирнова С.В.

УДК 628.32

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС

Николаева Л.А., доктор технических наук, профессор;

Исхакова Р.Я., кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: рассмотрен комплексный подход повышения надежности эксплуатации систем очистки сточных вод Кармановской ГРЭС, заключающийся в повышении эффективности биологической очистки сточных вод от нефтепродуктов и аммонийного азота.

Ключевые слова: повышение надежности, системы очистки сточных вод, отход теплоэнергетики, биосорбционная очистка сточных вод.

INCREASING THE RELIABILITY OF THE WASTE WATER PURIFICATION SYSTEMS OF THE KARMANOVSKAYA POWER STATION

Nikolaeva L.A., Dr. of tech. sciences, professor;

Iskhakova R.Y., Cand. of tech. sciences, associate Professor

Kazan State Power Engineering University
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The integrated approach to the operational reliability of wastewater treatment systems at the Karmanovskaya power station is considered, which consists the efficiency increasing of biological treatment of oil products and ammonium nitrogen.

Keywords: increased reliability, wastewater treatment systems, heat power engineering waste, biosorption wastewater treatment.

В настоящее время комплексы очистных сооружений в системах водоотведения электрических станций являются завершающей стадией перед сбросом очищенных сточных вод в водоёмы. Поэтому от обеспечения надёжной и бесперебойной работы этих комплексов зависит техническое, санитарное и экологическое состояние водоемов.

Кармановская ГРЭС является самой мощной конденсационной электростанцией в Республике Башкортостан, так как на ее долю приходится примерно 40 % электроэнергии, вырабатываемой на ООО «Башкирская генерирующая компания». На Кармановской ГРЭС образуется значительное количество сточных вод. Поэтому для нужд станции на территории предприятия находятся очистные сооружения, на которые поступают хозяйственно-бытовые сточные воды ГРЭС, промывные воды, дренажные воды с иловых и песковых площадок, а также сточные воды с близлежащего поселка «Энергетик». Очистные сооружения представлены стадией механической и биологической очистки, а также бло-

ком доочистки и блоком обеззараживания. Пройдя все этапы очистки, сточные воды выпускаются в Кармановское водохранилище, расположенное на реке Буй.

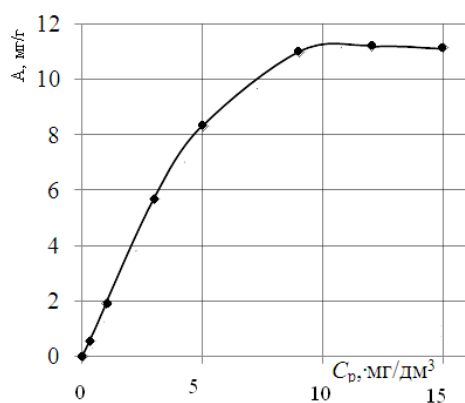
Водоподготовка на станции представлена стадией предварительной очистки добавочной воды, включающей в себя известкование и коагуляцию, и ионитное химическое обессоливание. Источником водоснабжения станции является Кармановское водохранилище; ежегодно для восполнения потерь пара и конденсата на станции используется около 1 млн. м³ исходной воды водохранилища. При подготовке добавочной воды на стадии известкования и коагуляции в осветлителях образуется карбонатный шлам. Карбонатный шлам водоподготовки является крупнотоннажным отходом производства, который десятилетиями складывается на шламоотвалах станции. Это приводит к засолению грунтовых вод, защелачиванию почвы, является причиной отчуждения земель и гибели многих видов растений. Поэтому, несмотря на то, что шлам водоподготовки является практически безопасным (V класс опасности), вопрос эффективной утилизации карбонатного шлама является актуальным для Кармановской ГРЭС.

Целью исследования является повышение надежности эксплуатации и эффективности работы систем биологической очистки сточных вод Кармановской ГРЭС за счет введения карбонатного шлама водоподготовки в качестве сорбционного материала.

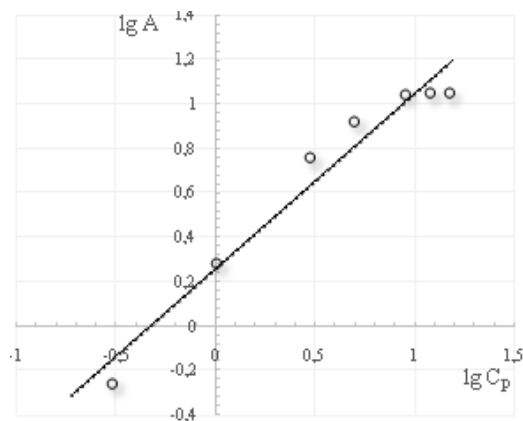
Для исследований состава и свойств шлама водоподготовки проведены качественные и количественные измерения [1]. Рентгенографический качественный фазовый анализ на дифрактометре D 8 ADVANCE фирмы Bruker показал следующий химический состав: кальцит CaCO_3 – 70%, брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – 11%; портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$ < 2%; кварц SiO_2 – 0,8%, остальные прочие вещества – 16,2% [2]. Шлам содержит гуминовые вещества – до 11 % от общей массы образца, что обнаружено методом газовой хроматомасспектрометрии. С помощью хромато-масс-спектрометра «Thermo Fisher Sci. Co.» установлено, что на его поверхности типовой набор функциональных групп гуминовых веществ –ОН, =NH, –CH₃, =CH₂, ароматических –HC=CH– – связей, –COOH – карбоксильных групп и –ОН – спиртовых групп. Определены основные физико-технические характеристики шлама: насыпная плотность – 535 кг/м³, зольность – 85,4% (масс.), влагоемкость – 51% (масс.), pH – 8,87, гранулометрический состав представлен в основном фракцией 0,09-0,5 мм (>62 %).

Шлам обладает адсорбционными свойствами по отношению к различным веществам [1]. Аммонийный азот и фосфаты характерны для хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на БОС от Кармановской ГРЭС и поселка «Энергетик», нефтепродукты попадают в сточные воды с мазутного хозяйства станции.

Сорбционную способность шлама по нефтепродуктам и аммонийному азоту определяли в статических условиях. На основании полученных данных построены изотермы сорбции по исследуемым примесям.



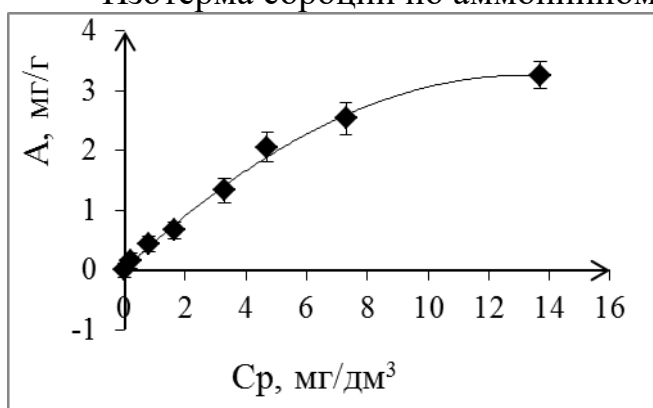
а)



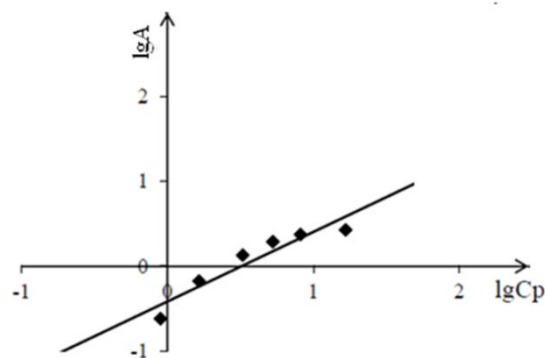
б)

Рис. 1. Изотерма адсорбции нефтепродуктов карбонатным шламом (а) и ее вид в логарифмических координатах (б)

Изотерма сорбции по аммонийному азоту представлена на рис. 3.



а)



б)

Рис. 2. Изотерма сорбции аммонийного азота карбонатным шламом (а) и ее вид в логарифмических координатах (б)

Выпуклая линия изотерм адсорбции (рис. 1) относится к I типу по БЭТ, соответствует изотерме Ленгмюра L- типа по классификации Смита и указывает на наличие в адсорбенте микропор. Изотерма описывается уравнением Фрейндлиха $A=0,28C^{0,75}$.

Как видно из рисунка 2 изотерма адсорбции относится к I типу по классификации БЭТ. Из этого следует, что в карбонатном шламе присутствуют микропоры. Начальный участок кривой описывается линейной зависимостью по закону Генри, затем кривая выходит на равновесие, что соответствует теории Ленгмюра об образовании мономолекулярного слоя на поверхности сорбента. Повышение концентрации аммонийного азота приводит к насыщению шлама и достижению сорбционного равновесия, адсорбционная емкость материала по аммонийному азоту составляет 3,2 мг/г. Изотерма описывается уравнением Фрейндлиха $A=2,51C^{0,52}$.

Таким образом, полученные кривые свидетельствуют о возможности использования карбонатного шлама в качестве сорбционного материала для по-

вышения качества биологической очистки сточных вод на Кармановской ГРЭС.

Предлагается производить ввод осушенного карбонатного шлама в аэротенк для совместного проведения биологической и сорбционной (биосорбционной) очистки. На основании представленных исследований в случае аварийных ситуаций и отключения блока доочистки целесообразно производить подачу осушенного шлама осветлителей в аэротенк. Введение шлама в аэротенк на стадии биологической очистки эквивалентно работе блока доочистки, однако связано с гораздо меньшими энергетическими и материальными затратами.

В настоящее время на очистные сооружения Кармановской ГРЭС подаются преимущественно хозяйственно-бытовые сточные воды, дренажные воды с иловых площадок и промывные воды с блока доочистки. Однако в случае использования карбонатного шлама водоподготовки в качестве сорбционного материала возможна также подача в приемную камеру промывных вод с водоподготовительных установок (от промывок механических фильтров, регенерации ионообменных фильтров, отстаивание шламовые воды), нефтесодержащих сточных вод, полученных при промывке оборудования и в результате нагрева мазута.

Подачу незагрязненных вод, поступающих с охлаждения оборудования станции, предлагается производить в камеру смешения, установленную после стадии обеззараживания сточных вод, что позволит исключить вредное тепловое воздействие на Кармановское водохранилище.

Таким образом, введение шлама в аэротенк повышает надежность и эффективность эксплуатации систем биологической очистки сточных вод на Кармановской ГРЭС и является целесообразным. Использование шлама водоподготовки в качестве сорбционного материала на стадии биологической очистки сточных вод позволит реализовать комплексную энергоресурсосберегающую замкнутую технологию совместной утилизации отхода ГРЭС и очистки сточных вод станции.

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 18-79-10136.

Литература:

1. Николаева Л.А., Исхакова Р.Я. Математическое моделирование процессов адсорбции промышленных сточных вод от нефтепродуктов/ Химическое и нефтегазовое машиностроение//2019. №1. С.40-43.
2. Николаева Л.А., Голубчиков М.А. Очистка производственных сточных вод от нефтепродуктов модифицированным сорбционным материалом на основе карбонатного шлама/ Водоснабжение и санитарная техника// 2016. №7. С.51-58.

УДК 621.316.3

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ФЕНОЛА КАРБОНАТНЫМ ШЛАМОМ

Николаева Л.А., доктор технических наук, профессор

Айкенова Н.Е., аспирант

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В данной работе рассматривается возможность адсорбционной очистки сточных вод от фенолов шламом химводоподготовки ТЭЦ. Исследования адсорбция фенолов шламом при статистических условиях и динамических условиях. На примере ТОО «Актобе нефтепереработка» модифицирована технологическая схема адсорбционной очистки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, доочистка сточных вод, адсорбция, фенолы, карбонатный шлам, адсорбент.

PURIFICATION OF WASTE WATER FROM OIL REFINING PLANTS FROM PHENOL WITH CARBONATE SLUDGE

Nikolaeva L.A., Doctor of Technical Sciences, Professor

Aikenova N.E., postgraduate student

FSBEI HE «Kazan State Power Engineering University»

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: In this paper, the possibility of adsorptive purification of wastewater from phenols with sludge from the chemical preparation of a thermal power plant is considered. The adsorption of phenols by sludge was investigated under statistical and dynamic conditions. On the example of Aktobe Oil Refining LLP, the technological scheme of adsorption wastewater treatment has been modified.

Keyword: wastewater, wastewater treatment, adsorption, phenols, carbonate sludge, adsorbent.

Современные темпы развития промышленного комплекса связаны с образованием значительных объемов сточных вод. Сточные воды предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности содержат целый комплекс органических загрязняющих веществ, в том числе ароматических. К таким ароматическим соединениям относится фенол. Фенолы являются чрезвычайно токсичными. Утвержденные в законодательном порядке санитарно-гигиенические нормы устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) фенолов: ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений – 1 мг/м³, ПДК в воде - 0,001 мг/дм³ [1-3].

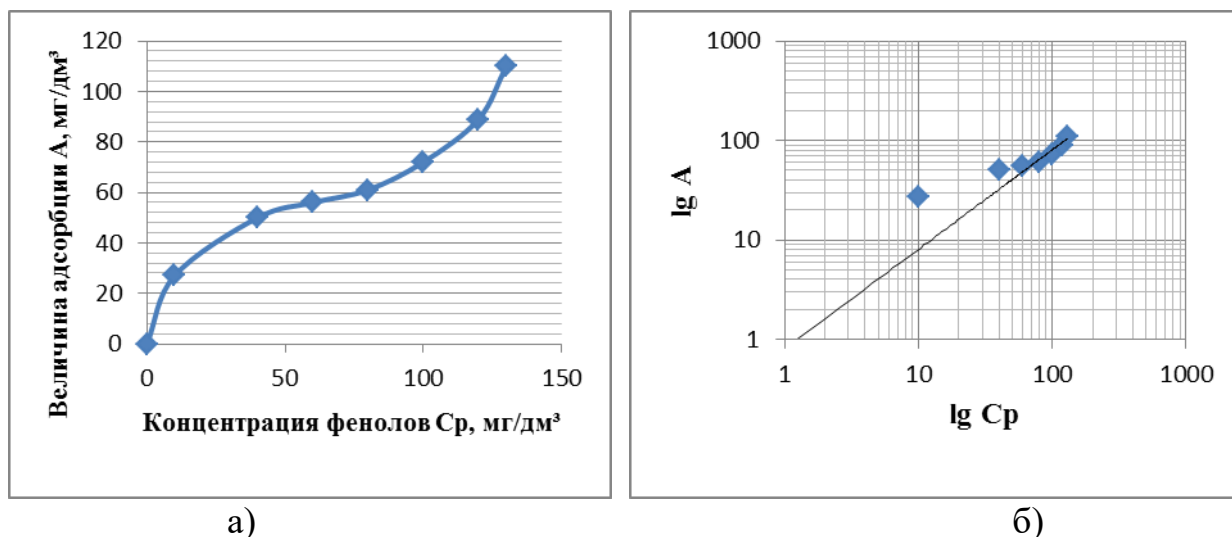
Сточные воды, загрязненные фенолами образуются при производстве фенола кумольным методом, в лакокрасочной промышленности, где фенол является растворителем, при производстве синтетических смол, в коксохимической,

нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других производствах.

Существуют различные методы и способы очистки сточных вод. Рядом преимуществ перед другими методами очистки обладают адсорбционные. Промышленно-выпускаемые сорбционные материалы характеризуются высокой стоимостью, достигающей несколько сотен тысяч рублей за тонну. Поэтому, разработка дешевых эффективных сорбционных материалов на основе отходов производства, имеет большое практическое и научное значение [4-5].

Рассмотрена принципиальная возможность адсорбции сточных вод адсорбентом, изготовленным на основе шлама химводоподготовки.

Построена изотерма адсорбции по отношению к фенолу для определения сорбционной способности гранул «ГрСМ-1». Построенная изотерма адсорбции относится по V типу по классификации Брунауэра, Деминга, Деминга и Теллера (БДДТ), подобный S-тип изотермы обычно встречается в присутствии микро- и мезопор, и описывается уравнением Фрейндлиха: $A = 0,28C^{0,75}$.



а)
б)
Рис. 1. Изотерма адсорбции фенола «ГрСМ-1» (а)
и ее вид в логарифмических координатах (б)

Для определения времени достижения адсорбционного равновесия исследована кинетика процесса адсорбции фенола гранулами материала из модельных растворов, с фенолом концентрацией ($C_{исх} = 100$ мг/дм³). Время контакта гранул с модельным раствором 0,33; 0,66; 1; 2; 4; 5; 7 часов [6]. Установлено, что адсорбционное равновесие наступает через 3 часа контакта адсорбента с адсорбатом.

Предложено применение шлама химводоподготовки в системе очистки сточных вод ТОО «Актобе нефтепереработка». В системе очистки сточных вод от фенолов используется технологическая схема адсорбционной очистки сточных вод [7]. На очистных сооружениях ТОО «Актобе нефтепереработка» предлагается установка по очистки сточных вод, включающая в себя последовательно 5 этапов:

- 1) подготовка сточных вод;

- 2) адсорбционная очистка;
- 3) экстракция ацетофеноном;
- 4) регенерация экстрагента;
- 5) сброс сточных вод в канализацию.

Литература:

1. Sun X, Wang C, Li Y, Wang W, We J. Treatment Of Phenolic Waste-water By Combined Uf And Nf/Ro Processes. Desalination, 2015-; №355:- Р. -68–74.
2. Уланова О.В., Салхофер С.П., Вюнш К. Комплексное Устойчивое Управление Отходами. Жилищно-Коммунальное Хозяйство: Учеб. Пособие. – М.: Издательский Дом Академии Естествознания, 2016. – 520 С.3.
3. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Режим доступа: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (Дата обращения: 01.08.2019 г.)
5. Franz M, Arafat HA, Pinto NG. Effect of chemical surface heterogeneity on the adsorption mechanism of dissolved aromatics on activated carbon. Carbon, (2000), 38: 1807-1819.
6. ПНДФ 14.1:2:4.182-02 Методика выполнения измерений массовой концентрации фенолов в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»
7. Шумяцкий, Ю.И. Адсорбционные процессы: учебное пособие. – М.: Изд-во РХТУ им. Менделеева, 2005. – 164 с.

УДК 628.5:621.311.22

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Николаева Л.А., доктор технических наук, профессор;

Аджигитова А.А., аспирант

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Показана актуальность проблемы вторичного использования органических отходов. Рассмотрены исследования по адсорбционной очистке ими сточных вод от ионов меди. Сделаны выводы о целесообразности использования в качестве ВЭР, использовании полученной золы в качестве адсорбента ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды, органические отходы, сорбционный материал, ионы тяжёлых металлов

USE OF CONSUMER WASTE IN WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FROM HEAVY METAL IONS

Nikolaeva L.A., doctor of technical sciences, Professor;

Adzhigitova A.A., the student

Kazan State Power-Engineering University

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The urgency of the problem of recycling organic waste is shown. Research on the adsorptive purification of wastewater from copper ions is considered. Conclusions have been made about the advisability of using it as a WER, using the resulting ash as an adsorbent for heavy metal ions.

Keyword: waste water, organic waste, sorption material, heavy metal ions.

Деятельность многих промышленных предприятий часто приводит к загрязнению окружающей среды сточными водами, содержащими в своём составе вредные вещества, оказывающие довольно серьёзное негативное воздействие на здоровье человека и состояние биосферы в целом [2].

Важной экологической проблемой является загрязнение поверхностных вод ионами тяжёлых металлов, токсическое воздействие которых на живые организмы приводит к нарушению протекания ферментативных реакций [1].

Одним из распространённых способов очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов являются сорбционные и ионообменные методы. В связи с этим возрастает необходимость получения наиболее дешёвых сорбентов с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками. [2].

Особый интерес представляют сорбенты, изготовленные из вторсырья. Такие материалы могут решить комплексную проблему очистки воды и утилизации отходов.

За последние 10-15 лет были изучены сорбционные свойства большого количества различных отходов производства и потребления, как в исходном виде, так и модифицированных.

Сырьё, применяемое для сорбции ионов тяжёлых металлов, представлено неограниченным набором различных материалов растительного происхождения – шишками, опилками, листьями, семенами, плодами и стеблями различных растений, корой лиственных и хвойных пород деревьев, жмыхами и шротами, кожурой фруктов, соломой, травянистыми и водными растениями, торфом. А также илом, морскими водорослями, биомассой бактерий, дрожжей; грибов, и др. [2].

Сегодня большое количество отходов органического происхождения образуется не только на стадии производства, но и на стадии реализации пищевых продуктов. На рынках, в магазинах, компаниях по доставке продуктов питания ежемесячно образуются тонны отходов из продуктов, потерявших потребительские свойства. Такие отходы, как правило, вывозятся на свалки и полигоны что, естественно, сопровождается как экологическим ухудшением окружающей среды, так и существенными экономическими потерями от упущенных воз-

возможностей переработки вторичных материальных ресурсов, извлекаемых из отходов [3].

По статистике, органические отходы, попадающие на свалку, по интенсивности являются третьим источником выделения парниковых газов, влияющих на изменение климата. Процесс распада биоразлагаемых продуктов происходит на свалках в условиях нехватки кислорода и сопровождается выделением свалочного газа, который в свою очередь состоит из метана (CH_4), углекислого газа (CO_2) и азота (N_2) [4].

Дилерская компания ООО «Глобал Групп» специализируется на доставке продуктов питания в столовые, кафе, рестораны и другие предприятия общепита. Это, как правило, продукты, которые используются в приготовлении пищи для посетителей. В процессе деятельности компании ежемесячно образуется около 25 тонн отходов органического происхождения. Это продукты, потерявшие товарный вид, и продукты, потерявшие потребительские качества (поврежденные микроорганизмами).

Анализ состава отходов ООО «Глобал Групп» показал, что основную массу отходов (92,5%) составляют зелень, овощи и фрукты.

В качестве первичной переработки нами было выбрано использование органических отходов в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора.

Полученную после сжигания золу планируется использовать в качестве адсорбента тяжелых металлов.

В качестве примера рассмотрим эксплуатацию котла-утилизатора, работающего на твердых отходах, АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат».

Были произведены расчеты котла-утилизатора и токсичности образовавшейся золы. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Для проведения экспериментальных исследований нами были взяты овощи, фрукты, зелень, потерявшие потребительские свойства (частично пораженные грибком плесени). Материал измельчался и высушивался в течение двух недель при температуре от 0 до $+10^\circ\text{C}$.

Полученный материал высушили при температуре $105-110^\circ\text{C}$ до постоянного веса. Измельчили и просеяли до размера от 0,01 до 0,09 мм.

Для оценки адсорбционной способности материала по отношению к катионам меди нами были проведены исследования на модельных растворах меди $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ концентрацией 1000 мг/дм³. Исследования адсорбции ионов меди проводили в статическом режиме. Оценка адсорбционной способности сорбента по отношению к растворенным ионам меди проводилась с помощью изотермы адсорбции. Методом переменных навесок и постоянной концентрации получена изотерма адсорбции.

Одновременно в пять конических колб наливали 100 мл модельного раствора и добавляли навески разных масс. По истечении 6 часов перемешивания на магнитных мешалках отделяли от раствора с помощью бумажного фильтра и определяли концентрацию Cu^{2+} в фильтрате.

Таблица 1.

Характеристики расчета котла-утилизатора ДКВр-10-13,
переведенного на альтернативные виды топлива,
АО «Марийский целлюлозно-бумажный комбинат» и токсичности золы

Характеристики расчета	Значение
Влажность топлива, %	3
Объем теоретически необходимого воздуха для сжигания 1 кг органических отходов, м ³ /кг	3,67
Действительный расход воздуха на 1 кг органических отходов, м ³ /кг	4,037
Массовый расход воздуха, кг/кг	4,74
Теоретический объем продуктов сгорания, м ³ /кг	4,27
Объем дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, м ³	1,32
Выбросы твердых частиц в дымовых газах, т/год (г/с)	24,44 (77,5)
Выброс оксидов углерода, т/год (г/с)	424,51 (1346,11)
Валовый выброс оксидов азота в пересчете на диоксид азота, т/год (г/с)	21,44 (67,99)
Валовый выброс оксидов серы в пересчете на диоксид серы, т/год (г/с)	2049,11 (6497,69)
КПД брутто котла, %	84,1
Общий расход топлива, кг/с	0,341
Расчетный расход топлива с учетом потери тепла от механической неполноты горения, кг/с	0,321
Степень опасности золы для окружающей среды	93,59 (класс опасности IV)

Полученная изотерма адсорбции представлена на рисунке 1.

Для промышленных предприятий важное значение имеет адсорбция растворенных тяжелых металлов, исследованная в динамических условиях.

В эксперименте используется модельный раствор с исходной концентрацией растворенных ионов меди 1,35 мг/дм³. Исследования проводили в фильтровальной стеклянной колонке с внутренним диаметром 2,5 см. Высота слоя загрузки составляет 20 см, масса – 54,38 г, скорость фильтрования – 3,5 м/ч.

Через загрузку СМ пропускаются равные объемы модельной смеси порциями по 1 дм³. «Проскок» фиксируется на уровне 0,005 мг/дм³ и появляется в фильтрате при пропускании 163,62 дм³ смеси. Полное насыщение сорбционного материала происходит при пропускании 210,38 дм³ смеси. Процесс сорбции прекращали, когда концентрация ионов меди в фильтрате достигала значений концентрации на входе в фильтр.

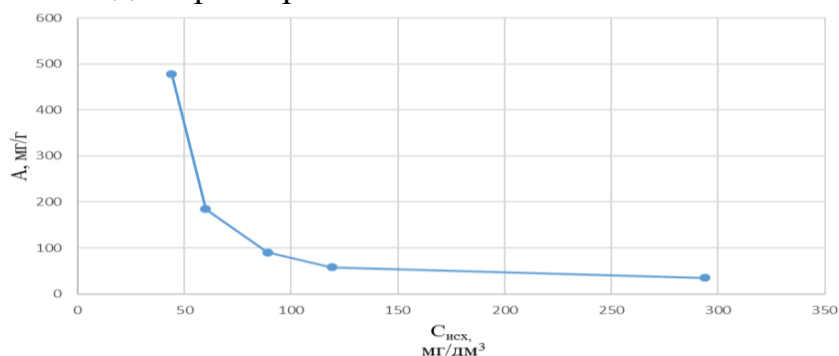


Рис. 1. Изотерма адсорбции ионов Cu^{2+} органическими отходами

Полученный после использования в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора продукт может найти применение в качестве адсорбента в гальваническом производстве.

На сегодняшний день необходимы дальнейшие детальные исследования по изучению свойств отходов органического происхождения, в том числе и модифицированных, для использования их в качестве сорбентов при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Таким образом, к изучению процессов сорбции тяжелых металлов природными материалами из возобновляемого сырья органической природы проявляется большой интерес. Обусловливается это тем, что органические отходы являются перспективными и экономически выгодными сорбентами для очистки от ионов тяжелых металлов водных растворов, имеющих различный состав, начиная от сточных вод промышленных предприятий до природных вод и пищевых систем [2]. Также экономически выгодным является использование органических отходов в качестве энергетического ресурса.

Литература:

1. Митракова Т.Н. Применение материалов естественного происхождения для сорбционной очистки сточных вод от ионов меди (II). Дис. ... кандидата технических наук: 03.02.08 / Митракова Татьяна Николаевна; [Место защиты: Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина] – Москва – 2017 - 126 с.

2. Петухова Ю.Н., Ильина С.И., Фурсенко А.В., Носырев М.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) – 2019 - №7(64) - С. 51–54.

3. Соломин И.А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами // Природообустройство – 2019 - №2 - С. 60-64.

4. Сопова М.Н., Воздействие несанкционированных свалок на компоненты окружающей среды (на примере г. Абакана) // Наука без границ – 2019 - №12 (40) - С. 107-110.

УДК 66

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА АЭРОТЕНКА НА ОСНОВЕ ВОДНОГО И МАССОВОГО БАЛАНСОВ

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Филиппов А.Н., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация»)

Аннотация: Дан вариант составления водного и массового баланса для системы биоочистки, состоящей из аэротенка и вторичного отстойника; приведен

пример расчета рабочего объема аэротенка.

Ключевые слова: Баланс, объем, аэротенк, вторичный отстойник, система, расчет

CALCULATION OF THE WORKING VOLUME OF THE AERATION TANK BASED ON WATER AND MASS BALANCES

Kirsanov V.V., Doctor of technical Sciences, Professor,
Honored ecologist of the RF, Honored chemist of the RT;

Filippov A.N., master's degree

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: A variant of drawing up the water and mass balance for a bio-treatment system consisting of an aeration tank and a secondary sump is given; an example of calculating the working volume of an aeration tank is given.

Keyword: Balance, volume, aeration tank, secondary sump, system, calculation

Биотические факторы (факторы живой природы) – определяемые живыми организмами и предполагающие экологические связи между живыми организмами (например, возраст активного ила, совокупность микроорганизмов в биоценозе активного ила, флокуляционные свойства ила, биохимическая потребность в кислороде – БПК и т.д.) [1].

К биотическим факторам относятся:

- зоогенные (животные, человек);
- фитогенные (растения);
- микробиогенные.

Регулирование биотических факторов в процессах биохимической очистки сточных вод (СВ) и осадков производится в зависимости от обусловленности конкретных конечных показателей эффективности очистки комплексом различных технологических параметров..

На (рис. 1) представлена схема основных стадий процесса очистки СВ в аэротенке и последующей рециркуляции АИ после разделения иловой смеси во вторичном отстойнике БОС ПАО «Казаньоргсинтез». Материальный баланс составлен исходя из технологической и физической взаимозависимости процесса биотехнологии в аэротенке и вторичном отстойнике, заключающейся в следующем [2]:

- процесс биодеструкции, основная часть которого происходит в аэротенке, продолжается и во вторичных отстойниках, например, такие, как доокисление загрязняющих веществ (ЗВ), нитрификации-денитрификации) (технологическая зависимость);

- качество биотехнологии в аэротенке (величина илового индекса, концентрация растворенного кислорода и активного ила, концентрация ЗВ и биогенных элементов и др.) обуславливает эффективность разделения иловой сме-

си во вторичном отстойнике и, соответственно, на качество осветленных СВ, - количество взвешенных веществ после вторичных отстойников (для биотехнологии очистки СВ химических предприятий данный показатель – норма 15 мг/л - не всегда выполняется (технологическая зависимость);

- коэффициент рециркуляции и время регенерации АИ является одними из основных гидродинамических и биотехнологических параметров, влияющих и на глубину и на скорость биодеструкции в аэротенках и на эффективность разделения иловой смеси во вторичных отстойниках (технологически-физическая зависимость);

- оба устройства связаны едиными потоками (балансами) иловой смеси, циркуляционного АИ и осветленной воды (физическая зависимость).

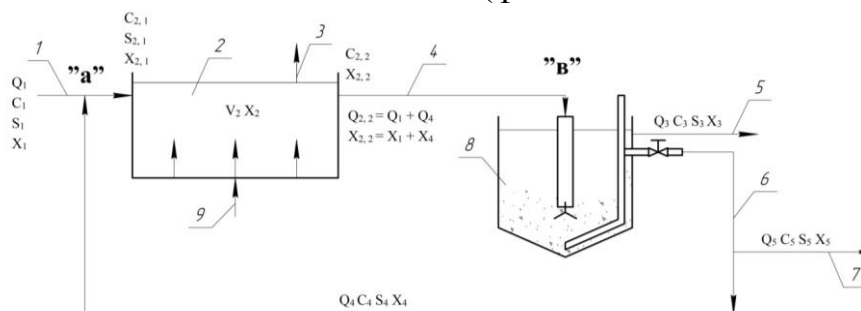


Рис.1. Схема основных потоков биотехнологии очистки СВ в системе аэротенк- вторичный отстойник.

1 – исходная СВ; 2 – аэротенк; 3 – продукты биодеструкции (CO_2 , N_2 и пр.); 4 – иловая смесь (АИ + очищенная СВ; 5 – очищенная и осветленная СВ; 6 – рециркуляционный АИ; 7 – избыточный АИ на утилизацию; 8 – вторичный отстойник; 9 – аэрация (подача турбовоздуходувками воздуха и диспергирование через аэраторы).

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – объемы соответственно исходной СВ, на входе в аэротенк и выходе, на сбросе после вторичного отстойника, в циркуляционном и избыточном АИ; $C_1, C_{2.1}, C_{2.2}, C_3, C_4, C_5$ – суммарная концентрация растворенных и взвешенных веществ соответственно в исходных СВ, на входе в реактор, после смешивания с циркуляционным илом на выходе из вторичного отстойника в очищенной СВ, в циркуляционном и избыточном АИ; $S_1, S_{2.1}, S_{2.2}, S_3, S_4, S_5$ – концентрация растворенных ЗВ соответственно в исходной СВ, на входе в аэротенк, после смешивания с циркуляционным илом; на выходе из аэротенка, в очищенной СВ, в циркуляционном и избыточном АИ; $X_1, X_{2.1}, X_{2.2}, X_3, X_4, X_5$ – концентрация взвешенных веществ в поступающей СВ, концентрация АИ соответственно на входе в аэротенк после смешивания с циркуляционным илом, на выходе из аэротенка, в очищенной СВ, в циркуляционном и избыточном АИ.

Для технологической системы, изображенной на рис. 1 можно записать уравнение водного баланса (1) и уравнение массового баланса (2):

$$Q_1 = Q_3 + Q_5, \quad (1)$$

$$Q_1 C_1 - r_{v,s} V_2 = Q_3 C_3 + Q_5 C_5, \quad (2)$$

где Q_1 , Q_3 , Q_5 – объемы воды соответственно на входе в аэротенк в точке «а» (после смешивания с циркуляционным АИ), на выходе из вторичного отстойника и в водной части (без сухой массы) избыточного АИ; C_1 , C_3 , C_5 – суммарная концентрация растворенных и взвешенных ЗВ в исходной, очищенной СВ и в избыточном АИ; $r_{x,s}$ – объемная скорость удаления растворенного ЗВ, V_2 – рабочий объем аэротенка [1]; $C_1 = C_3 + C_5$.

Уравнение (2) можно записать:

$$Q_1 C_1 - r_{x,s} \cdot V_2 \cdot X_{в,2} = Q_3 C_3 + Q_5 C_5, \quad (3)$$

где $r_{x,s}$ – скорость удаления (снижения) взвешенного субстрата в расчете на количество ила; $X_{в,2}$ – концентрация биомассы в аэротенке.

Уравнение массового баланса (3) можно использовать для расчетов параметров аэротенка при проектировании системы биотехнологии.

Известны следующие параметры: Q_1 , Q_3 , C_1 , C_3 , $r_{x,s}$, $Y_{набл.}$.

Требуется определить объем аэротенка.

Исходя из уравнения (3) объем аэротенка равен:

$$V_2 = (Q_1 C_1 - Q_3 C_3 - Q_5 C_5) / (r_{x,s} \cdot X_{в,2}), \quad (4)$$

В данном уравнении неизвестен параметр $X_{в,2}$, который можно определить по уравнению:

$$X_{в,2} = Y_{набл.} (C_1 - C_3), \quad (5)$$

где $Y_{набл.}$ – наблюдаемый коэффициент прироста биомассы [1,2].

Пример.

Рассчитать необходимый рабочий объем аэротенка, схема технологических потоков, которого показана на рис. 1.

Исходная СВ: $Q_1 = 1000 \text{ м}^3/\text{сут}$, $C_1 = 0,5 \text{ кг ХПК(С)}/\text{м}^3$.

СВ после биотехнологии (после вторичного отстойника 8, рис. 1):

$Q_3 = 940 \text{ м}^3/\text{сут}$, $C_3 = 0,06 \text{ кг ХПК(С)}/\text{м}^3$.

Известно также, что $r_{x,s} = 3 \text{ кг ХПК (С)}/(\text{кг ХПК(Б)} \cdot \text{сут})$, $Y_{набл.} = 0,3 \text{ кг ХПК(Б)}/\text{кг ХПК (С)}$.

Определяем:

$Q_5 = Q_1 - Q_3 = 1000 - 940 = 60 \text{ м}^3/\text{сут}$; $C_5 = C_1 - C_3 = 0,5 - 0,06 = 0,44 \text{ кг ХПК(С)}/\text{м}^3$.

Определяем $X_{в,2}$ по уравнению $X_{в,2} = Y_{набл.} (C_1 - C_3) = 0,3 (0,5 - 0,06) = 0,132 \text{ кг ХПК(Б)}/\text{м}^3$.

Подставляя найденное значение $X_{в,2}$ в уравнение (4), получим:

$V_2 = (1000 \cdot 0,5 - 940 \cdot 0,06 - 60 \cdot 0,44) / (3 \cdot 0,132) = 1053 \text{ м}^3$.

Литература:

1. Хенце М. Очистка сточных вод: пер. с англ./Хенце М., Армюес П., Лякур-Янсен Й., Арван Э.: Мир, 2004.-480с.

2. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.

О РЕГЕНЕРАЦИИ АКТИВНОГО ИЛА НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ БОС ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кирсанов В.В., Доктор технических наук, профессор,

Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Ахметзянова Т.С., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация»)

Аннотация: Рассмотрены различные способы регенерации активного ила и на примере БОС ПАО «Казаньоргсинтез» показана наиболее оптимальный объем регенерационной зоны в совмещенном комбинированном аэротенке.

Ключевые слова: Регенерация, сточные воды, аэротенки, биоочистка, активный ил, объем.

ON THE REGENERATION OF ACTIVATED SLUDGE BY THE EXAMPLE OF BIOFEEDBACK TREATMENT AT A CHEMICAL ENTERPRISE

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Honored Ecologist of the Russian Federation, Honored Chemist of the RT;

Akhmetzyanova T.S., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: Various methods of activated sludge regeneration are considered, and the most optimal volume of the regeneration zone in the combined combined aerotank is shown by the example of the biofeedback system of Kazanorgsintez PJSC.

Keywords: Regeneration, waste water, aerotanks, bioremediation, activated sludge, volume.

Регенерация активного ила – заключается в процессе аэрации активного ила (АИ) без подачи сточной воды (СВ), при этом поддерживается более высокая, по сравнению с аэрационной зоной аэротенка, концентрация АИ (выше в 1,5 – 3 раза); осуществляется или в отдельно расположенных сооружениях – регенераторах, или в специально отведенной для этой цели части (зоне или коридоре) аэротенка, в котором совмещена зона регенерации и аэрационная (окислительная) зона (коридоры). В случае осуществления регенерации в совмещенном аэротенке, под объем регенерационной зоны отводится около 35% рабочего объема аэротенка. Объем регенерации может изменяться в зависимости от технологической необходимости. Но так как микрофлора активного ила практически одинакова и в той части аэротенка, которая отведена под регенерацию, и непосредственно в аэротенке, и, кроме того, с учетом непосредственного контакта АИ со СВ, то регенерация ила в отведенной части аэротенка является не

достаточно полной [2].

Основные цели регенерации АИ следующие:

- 1) восстановление сорбирующей активности АИ;
- 2) доокисление трудноокисляемых загрязняющих веществ (ЗВ), которые не полностью окислились в аэротенке по причине не достаточно высокой концентрации ила и (или) не достаточно периода аэрации (времени окисления);
- 3) в случае поступления в аэротенки токсикантов и гибели (или лизиса) содержащегося в них АИ, регенераторы позволяют заменить лизированные микроорганизмы на физиологически активные.
- 4) увеличение окислительной мощности биосистемы;
- 5) повышение возраста АИ, что позволяет более эффективно деструктировать трудноокисляемые ЗВ;
- 6) уменьшение прироста АИ и улучшение его влагоотдающих свойств [1,4].

В соответствии с требованиями СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 в случае поступления СВ с $\text{БПК}_n \geq 150 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ или СВ с трудноокисляемыми ЗВ необходима регенерация АИ [1]. Регенерация может проводиться в отдельно расположенном сооружении (регенераторе) или занимать один первый по ходу движения жидкости коридор (в трехкоридорном аэротенке), или два коридора – в четырехкоридорном аэротенке. Если в трехкоридорном аэротенке под регенерационную зону выделен один коридор, то максимальный объем регенератора составляет 33% от полного объема аэротенка, если в четырехкоридорном аэротенке выделено два коридора, то объем регенератора составляет около 40%. В Преимуществом комбинированного аэротенка со сосредоточенной подачей АИ и дифференцированной подачей СВ является возможность регулирования объема регенерационной зоны перераспределением подачи СВ через окна. В условиях нестабильных и меняющихся во времени нагрузок, особенно характерных для промышленных СВ, возможность регулирования регенерационной зоны позволяет поддерживать уровень эффективности биоочистки на постоянном и требуемом уровне [4].

Наиболее оптимальным технологическим решением, обеспечивающим минимизацию недостатков регенерации в совмещенных сооружениях, является регенерация АИ в автономных регенераторах, преимущества которой следующие:

- возможность биоокисления с более высокой концентрацией АИ позволяет уменьшить период аэрации и увеличить окислительную мощность аэротенков;
- повышение эффективности биоокисления токсичных ЗВ адаптированными микроорганизмами;
- предотвращение лизирования микроорганизмов АИ в случае поступления высокотоксичных поллютантов за счет большой буферности и высокой концентрации АИ.

Для определения влияния различных объемов регенерации в аэротенке – смесителе – вытеснителе коридорного типа на эффективность биоочистки ис-

следовали работу промышленных аэротенков БОС ПАО «Казаньоргсинтез» при максимальном (33 %) и минимальном (4 %) объемах регенерации.

Анализировались пробы поступающего химстока, АИ перед аэротенками и смеси в аэротенках на ХПК, O_2 по всей длине аэротенка в 30-и точках. На рис. 1 и 2 показана динамика изменения ХПК, O_2 в аэротенке с максимальной зоной регенерации АИ (33% объема аэротенка) (рис.1) и минимальной зоной (4%) (рис.2).

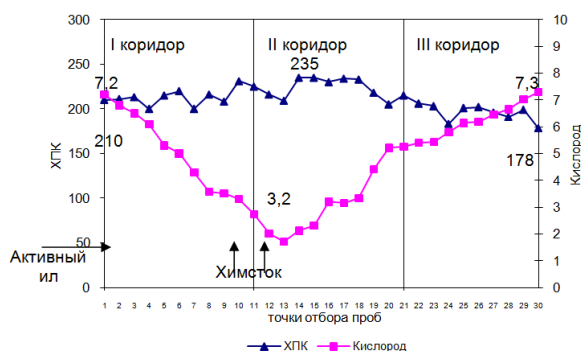


Рис.1. Кривые распределения O_2 и ХПК по длине аэротенка с максимальной зоной регенерации (33%)

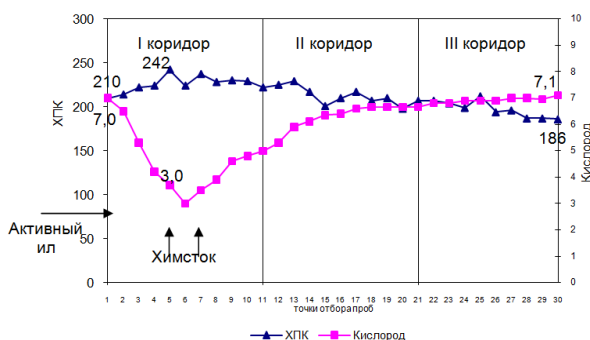


Рис. 2. Кривые распределения O_2 и ХПК по длине аэротенка с минимальной зоной регенерации (4%).

Из приведенных на рисунках кривых видно, что максимальное значение ХПК и минимальная величина растворенного O_2 находится в месте поступления СВ. Данное снижение концентрации O_2 и увеличение ХПК можно объяснить абиотическим фактором - разбавлением иловой смеси химстоком в месте впуска его и неэффективным гидродинамическим процессом (неэффективным перемешиванием) и биотическим - адсорбцией основной части ЗВ хлопьями АИ и увеличением скорости потребления O_2 на окисление ЗВ. Анализы показателей результатов биоочистки двух аэротенков, работающих с разными объемами регенерации (табл.1) показывают, что в случае Ia эффективность по ХПК, токсичности, фенолу, окислительной мощности (окислительная мощность W определялась по формуле 1) выше, чем в случае Ib.

$$W = \text{ХПК}_{\text{сн.}} / a \cdot t, \text{ мг/г·час}, \quad (1)$$

где $\text{ХПК}_{\text{сн}}$ – ХПК снятых загрязнений (разница по ХПК на входе и выходе аэротенка); a – доза ила в аэротенке, г/л (по сухому веществу); t - время окисления.

Таблица 1.

**Основные показатели эффективности биоочистки в аэротенках
с различным объемом регенерационной зоны**

Концентрация (доза) ила, г/л		ХПК, мг О ₂ /л		Эффективность очистки по ХПК, %	Токсичность, %		Эффективность очистки по токсичности, %	Содержание фенола, мг/л		Эффективность очистки по фенолу %
В аэротенке	В возвратном иле	На входе	На выходе		На входе	На выходе		На входе	На выходе	
1а. Режим биоочистки с максимальным (33%) объемом зоны регенерации										
5,5	9,2	787	178	77,4	42	6,8	84	1,28	0,005	99,6
1б. Режим биоочистки с минимальным (4%) объемом зоны регенерации										
5,6	9,2	787	186	76,3	42	22,2	47	1,28	0,006	99,4

Сравнение дегидрогеназной активности (ДАИ) контрольной пробы и надосадочной жидкости показывает, что в аэротенке с объемом регенерации % регенерация неполная, так как происходит окисление веществ, находящихся внутри клетки, уровень ДАИ – 4,1 мкг/г, в то время как при объеме регенерации 33% регенерацию можно считать полной. Уровень ДАИ при этом составляет 2,8 мкг/г. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что для производственных СВ химического предприятия наибольшая эффективность биоочистки в аэротенках трехкоридорного типа с централизованной подачей циркуляционного АИ и дифференцированным распределением СВ, достигается при максимальной (33%) зоне регенерирования АИ, что свидетельствует о присутствии в СВ трудноокисляемых ЗВ. Окисление данных ЗВ и восстановление сорбирующей способности ЗВ происходит в зоне регенерации с более высокой концентрацией АИ [4].

Литература:

1. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.
2. ИТС 8-2015 (Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям). Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.2015.
3. Микробиология загрязненных вод /Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. М., медицина, 1976.- 319.с.
4. Кирсанов В.В. Аэротенки и процессы в них: учебное пособие / В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2019,-252с.

УДК 66

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ВОЛГИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА НА СБРОСЕ СВ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ВЫШЕ И НИЖЕ СБРОСА

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Ахметзянова Т.С., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация))

Аннотация: В статье приведены данные результатов исследования воды р. Волги в месте сброса СВ ПАО «Казаньоргсинтез», выше и ниже на 500 м от места сброса.

Ключевые слова: Зоопланктон, сточные воды, коэффициент, виды, индекс, исследования.

WATER QUALITY CHARACTERISTICS OF THE RIVER VOLGA IN TERMS OF ZOOPLANKTON AT THE DISCHARGE OF WASTEWATER OF A CHEMICAL ENTERPRISE, ABOVE AND BELOW THE DISCHARGE

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Honored Ecologist of the Russian Federation, Honored Chemist of the RT;

Akhmetzyanova T.S., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The article provides data on the results of the study of the water of the river Volga at the point of discharge of the wastewater of PJSC "Kazanorgsintez", above and below 500 m from the place of discharge.

Keywords: Zooplankton, wastewater, coefficient, species, index, research

Сообщество зоопланктона является неотъемлемой частью водных экосистем, непосредственным участником разнообразных структурно-функциональных взаимодействий, что позволяет по показателям зоопланктона оценивать и прогнозировать развитие других компонентов экосистемы. Многие представители зоопланктона являются фильтраторами, пропуская тысячи литров воды через фильтрационные аппараты, они изымают из водной толщи тонны взвешенных веществ. Зоопланктон можно считать экспрессным индикатором воздействия на водоем, т.к. основные его представители имеют короткий жизненный цикл.

В ходе проведенных исследований воды р.Волги в трех местах: Ст.№ 1 – 500 м выше выпуска СВ ПАО «Казаньоргсинтез»; Ст.№ 2 – место выпуска СВ; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска было обнаружено 13 видов зоопланктона, из них коловраток – 3, ветвистоусых – 4 и веслоногих ракообразных – 6 видов:

Rotatoria: *Brachionus calyciflorus*, *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra vulgaris*; Cladocera: *Bosmina longirostris*, *Bosmina longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus similis*; Copepoda: *Cyclops kolensis*, *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Microcyclops bicolor*, *Paracyclops fimbriatus*, *Thermocyclops crassus*.

Встреченные виды являются типичными представителями зоопланктона Куйбышевского водохранилища. Существенных различий по видовому составу между станциями не наблюдалось.

Индекс видового сходства по коэффициенту Жаккара в модификации Серенсена [2], рассчитываемый по формуле:

$$I = \frac{2 \cdot c}{a + b} \quad (1)$$

где a - число видов для одного участка, b - число видов для второго участка и c - число видов сходное для обоих участков, для станций составлял 40-67%. Низкое значение индекса (22%) наблюдалось в сентябре для станций 2 и 3, это объясняется наличием в пробе отобранной ниже по течению большего числа видов, по сравнению с пробой в месте выпуска. Индекс видового сходства по коэффициенту Жаккара в модификации Серенсена для станций составлял 40-67%. Рассчитанные значения численности мало отличались по станциям (рис. 1). Для первой станции численность варьировала от 320 (весна) до 7920 (осень) экз/м³, для второй от 520 до 7333 экз/м³ и для третьей от 240 до 7360 экз/м³. Также незначительно отличались и величины биомассы, которые составляли весной 2,995–9,804 мг/м³, осенью - 39,143–69,705 мг/м³. Такие низкие значения численности и биомассы характерны для руслового участка Куйбышевского водохранилища.

Одним из широко распространенных методов оценки качества воды является использование индекса сапробности S (индекс сапробности Пантле и Бука в модификации Сладечека) [2] (форм.2):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (S_i \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i} \quad (2)$$

где N – число выбранных видов индикаторных микроорганизмов; S_i - индивидуальное значение сапробности, присущее каждому виду; H_i - относительная численность i -ого вида (S_i и H_i определяется по специальным таблицам).

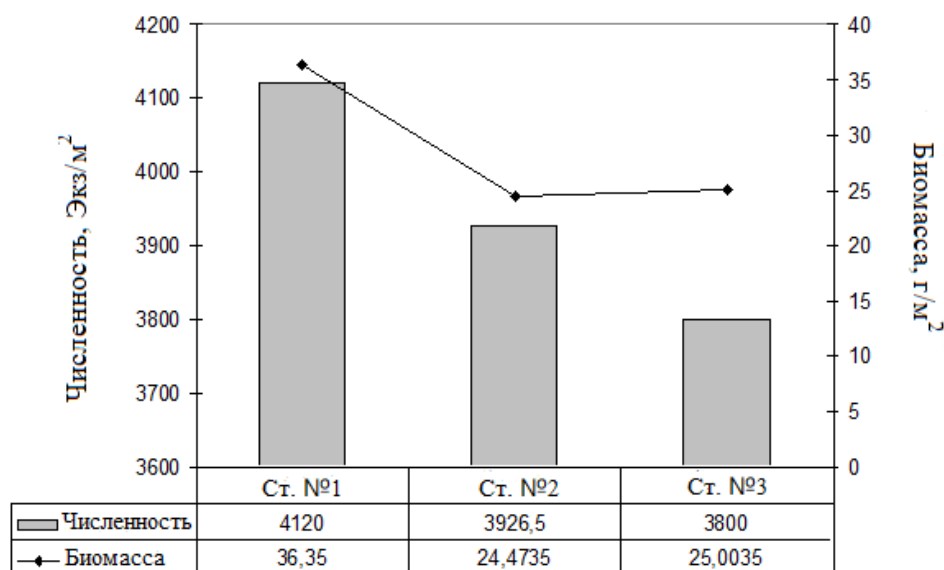


Рис. 1. Структурные показатели зоопланктона в зоне воздействия СВ
ПАО «Казаньоргсинтез»

(Ст.№ 1 – 500 м выше; Ст. № 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска).

Значение индекса сапробности (S) для различных зон составляет:

Олигосапробная - 0,51–1,5;

β -мезосапробная - 1,51–2,5;

α -мезосапробная - 2,51–3,5;

Полисапробная - 3,51–4,5.

Рассчитанные по вышеприведенной формуле индексы сапробности по Пабле и Букку для всех трех станций находились в пределах 1,60–1,8 (рис.1), что соответствует β -мезосапробной зоне, т.е. умеренно-загрязненной воде [1].

Таким образом, видовой состав зоопланктона, его количественное развитие и биотические индексы позволяют говорить о схожести воздействующих факторов на сообщество зоопланктона на всех трех станциях.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.

2. Кирсанов В.В., Степанова Н.Ю., Смолко А.А. Способ комплексного мониторинга района выпуска сточных вод с помощью гидробиологических методов анализа, // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Самара, 2007.- С.64 - 76.

3. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография/под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 264 с

УДК 66

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ВОЛГИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА НА СБРОСЕ СВ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ВЫШЕ И НИЖЕ СБРОСА

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Ахметзянова Т.С., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация))

Аннотация: Представлена характеристика донных отложений по показателям макрозообентоса воды р. Волги в месте сброса СВ ПАО «Казаньоргсинтез», выше и ниже на 500 м от места сброса.

Ключевые слова: Макрозообентос, сточные воды, коэффициент, вид, грунт, индекс.

WATER QUALITY CHARACTERISTICS OF THE RIVER VOLGA IN TERMS OF ZOOPLANKTON INDICATORS AT THE WASTEWATER DISCHARGE OF A CHEMICAL ENTERPRISE, ABOVE AND BELOW THE DISCHARGE

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Ecologist of the Russian Federation, Honored Chemist of the RT;

Akhmetzyanova T.S., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The characteristics of bottom sediments in terms of macrozoobenthos indicators of the water of the Volga at the point of discharge of the wastewater of PJSC Kazanorgsintez, above and below 500 m from the place of discharge.

Keywords: Macrozoobenthos, waste water, coefficient, species, soil, index.

Зообентос - важнейший компонент водных экосистем, его состав достоверно отражает состояние водоема. При этом показатели зообентоса позволяют провести ретроспективный анализ воздействия, вследствие значительно более долгого жизненного цикла, чем, например, у планктонных организмов. Кроме этого, различные методы биологической индикации, основанные на показателях зообентоса, хорошо проработаны и нашли широкое применение в научной практике и в контролирующей деятельности государственных органов как у нас в стране, так и за рубежом [1].

В месте выпуска сточных вод (СВ) ПАО «Казаньоргсинтез» в Волгу донные отложения были представлены песчаным, илисто-песчаным и илистым грунтами, выше (на 500 м) по течению от места выпуска – серым и черным са-

пропелем, а также песчаным грунтом, ниже (на 500м) по течению – илисто-песчанным и илистым грунтами.

В ходе проведенных исследований было обнаружено следующие виды макрозообентоса: *Acroloxus lacustris*, *Bithynia tentaculata*, *Dreissena bugensis*, *Dreissena polymorpha*, *Hypania invalida*, *Lithoglyphus naticoides*, *Viviparus viviparus*. Также встречены два вида олигохет, по одному виду хирономид, гаммарид, пизидиид. Найденные таксоны являются типичными представителями бентофауны водохранилища, за исключением инвазийного вида *Hypania invalida* из класса многощетинковых червей. Виды рода дрейссена также являются видами-вселенцами, их проникновение в экосистему водохранилища произошло уже давно.

В пробах макрозообентоса, отобранных на станции, расположенной выше выпуска (в 500м), обнаружено 5 видов, в месте выпуска очищенных сточных вод - 9 и ниже выпуска (также в 500 м) - 10 видов. Существенных различий между станциями не наблюдалось (табл.1), индекс видового сходства Жаккара составлял 57-74%.

Можно отметить, что разнообразие видов в большей степени определяется типом донных отложений, чем остаточным содержанием токсичных соединений в составе очищенных СВ. Наибольшее число видов отмечено для илистых донных отложений, меньше всего видов встречалось на песчаных грунтах.

Таблица 1

Значения индекса видового сходства по коэффициенту Жаккара (I) в зоне воздействия очищенных сточных вод ПАО «Казаньоргсинтез»

Станции	Ст.№ 1	Ст.№ 2	Ст.№ 3
Ст.№ 1	—	57,14%	66,67%
Ст.№ 2		—	73,68%
Ст.№ 3			—

Примечание. Ст.№1- 500 м выше; Ст.№ 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска.

Численность зообентоса также определяется типом донных отложений: минимальное количество организмов обнаруживалось на песчаных грунтах, максимальная численность фиксировалась на донных отложениях с илистой структурой. Численность изменялась от 0 до 21480 экз/м² (рис. 1). Доминирующая группа представлена моллюсками из рода *Dreissena*, численность которых составляет до 97% от общей численности зообентоса, достигала значительных величин (до 20400 экз/м² на второй станции). Такое интенсивное развитие дрейссен является ингибирующим фактором для представителей других видов [2].

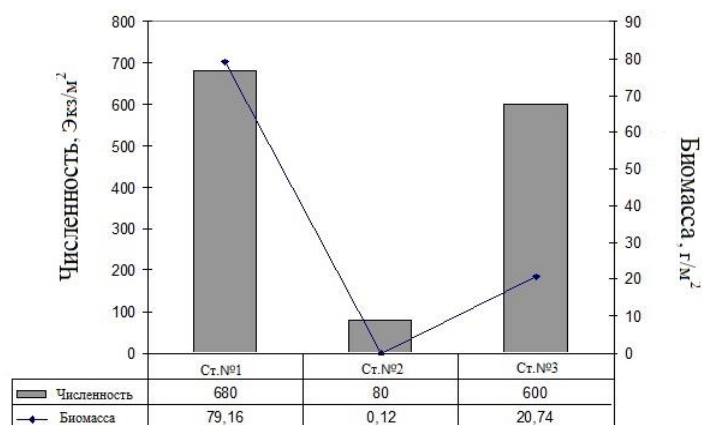


Рис. 1. Структурные показатели макрозообентоса в зоне воздействия возвратных вод ПАО «Казаньоргсинтез»

(Ст.№ 1 – 500 м выше; Ст.№ 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска)

В пробах макрозообентоса, отобранных на станции, расположенной выше по течению выпуска, обнаружено 4 вида, численность зообентоса составила 680 экз./м², при биомассе 79,16 г/м². В месте выпуска СВ количество бентосных организмов было небольшим – два обнаруженных вида, при общей численности и биомассе 80 экз./м² и 0,12 г/м² соответственно; ниже выпуска было найдено 7 видов зообентоса, численность и биомасса составили 600 экз./м² и 20,74 г/м² соответственно (рис. 1). Также было установлено присутствие дополнительно трех видов зообентоса на первой станции, двух видов на второй и третьей станциях. Индекс видового сходства обследованных участков составил 33 и 36%, для первой и второй; этот же индекс для станции 2 и 3 оказался равен нулю. Статистически достоверного отличия по станциям, как по численности, так и по биомассе установить не удалось, что позволяет говорить о схожести условий обитания и отсутствии дополнительных воздействующих факторов на бентосное сообщество.

Индекс Вудивисса [2] соответствует полисапробной зоне (2 балла, грязная вода), выше по течению и в месте выпуска сточных вод, ниже по течению индекс увеличивается до 5 баллов, что соответствует α-мезосапробной зоне (умеренно загрязненная вода).

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.
2. Кирсанов В.В., Степанова Н.Ю., Смолко А.А. Способ комплексного мониторинга района выпуска сточных вод с помощью гидробиологических методов анализа, // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Самара, 2007.- С.64 - 76.
3. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография/под ред. проф.А.Н.Глебова. Казань: изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 264 с

УДК 66

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОДЫ В Р.ВОЛГЕ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫПУСКА ОЧИЩЕННОЙ СВ ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Бутузова Ю.А., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация))

Аннотация: Определена мощность самоочищающей способности воды в р.Волге непосредственно в зоне выпуска очищенной СВ ПАО «Казаньоргсинтез», выше и ниже выпуска СВ на 500м методом Фрумина - Слотиной

Ключевые слова: Водоем, сточная вода, выпуск, самоочищение, продукция, фотосинтез

DETERMINATION OF THE SELF-CLEANING CAPACITY OF WATER IN THE VOLGA RIVER IN THE IMPACT ZONE OF THE PURIFIED SEWAGE DISPOSAL OUTLET OF KAZANORGSINTEZ PJSC

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Ecologist of the RF, Honored Chemist of the RT;

Butuzova Yu.A., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The capacity of the self-cleaning capacity of water in the Volga river was determined directly in the area of the purified sewage discharge of PJSC Kazanorgsintez, above and below the discharge of sewage by 500 m by the Frumin-Slotina method

Keywords: Pond, waste water, release, self-purification, production, photosynthesis

Несовершенство существующего в РФ водного мониторинга, основанного на бессистемных анализах содержания в воде отдельных загрязняющих веществ (ЗВ), дает основания для предложения в практике применения системы комплексной оценки воды на сбросе в водоем и в разных местах водоема не только по химическим, но и по гидробиологическим, токсикологическим показателям зоопланктона, донных отложений, самоочищающей способности водоема.

Для наглядности применения разработанного комплексного многоуровневого мониторинга сбросов сточных вод (СВ) на водоем (р. Волга) показано на примере оценки сбросов СВ ПАО «Казаньоргсинтез», являющегося крупным и наиболее типичным предприятием нефтехимического комплекса [3].

Самоочищение - важнейший внутриводоемный процесс формирования

качества воды в водоемах, состоящий из нескольких одновременно протекающих физико-химических, биохимических и биологических процессов и представляет собой основное звено процесса биотического круговорота веществ в водоеме.

Одним из наиболее распространенных способов определения самоочищения водоемов является расчетный метод оценки *мощности биохимического самоочищения (ИБС)* по Фрумину - Слотиной (авторы метода) [2]:

$$ИБС = (БПК_{зв} - БПК_{к}) / БПК_{м},$$

где $БПК_{зв}$ – полное биохимическое потребление кислорода в пробе, содержащей стандартное загрязняющее вещество, в качестве которого может быть использован метанол, фенол, моноэтиленгликоль; $БПК_{к}$ – полное биохимическое потребление кислорода в контрольной (холостой) пробе; $БПК_{м}$ – полное БПК, рассчитанное по уравнению реакции окисления стандартного вещества при выбранной начальной его концентрации C_0 .

Возможны следующие варианты диапазона изменения величины *ИБС* :

1) Если $БПК_{зв} = БПК_{к}$, то $ИБС = 0$, - отсутствие биохимического самоочищения в водоеме;

2) $БПК_{зв} > БПК_{к}$; $0 < ИБС < 1$, наиболее часто встречающийся в практике случай. При этом могут быть следующие варианты:

а) $0,9 < ИБС < 1$ – высокая мощность самоочищения;

б) $0,3 < ИБС < 0,9$ – средняя мощность самоочищения;

в) $0 < ИБС < 0,3$ – низкая мощность самоочищения;

г) $БПК_{зв} \gg БПК_{к}$, то $ИБС > 1$, - этот вариант может быть, если вещество будет стимулировать БПК.

Включение организмов водного биоценоза в процесс детоксикации и деструкции ЗВ, поступающих в водный объект, происходит при использовании органических веществ гетеротрофными бактериями, при росте и размножении зоопланктона и зообентоса за счет бактерий, взвешенного и растворенного органического вещества, при развитии водорослей и стимулировании процесса фотосинтетической аэрации и так далее.

Состав микрофлоры воды Волги в месте выпуска СВ, выше и ниже выпуска на 500м, представлен, главным образом, мелкими палочками (74-100%), небольшая численность микроорганизмов в месте выпуска связана, по-видимому, с бактерицидной обработкой СВ (хлорировании) при их очистке. (рис. 1).

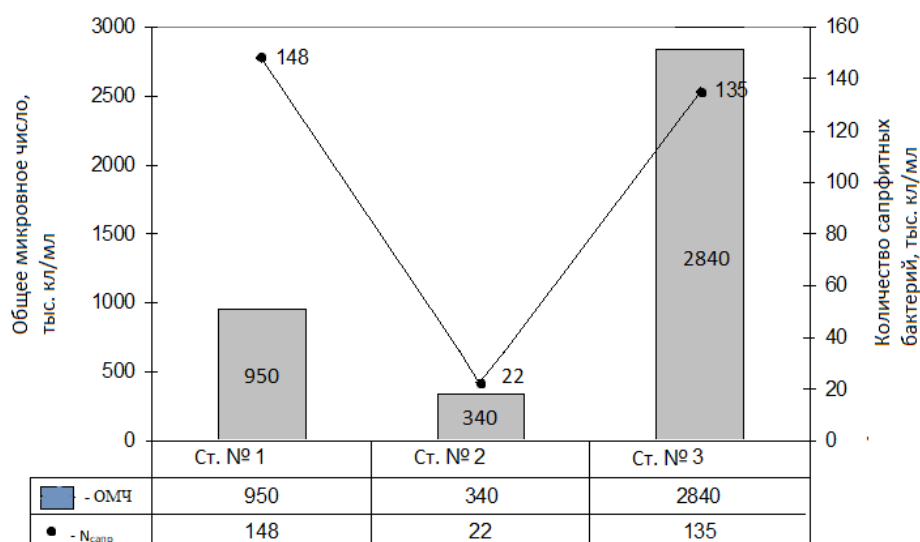


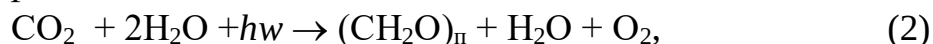
Рис.1. Бактериальный состав воды по станциям наблюдения (Ст. № 1 – 500 м выше; Ст. № 2 – место выпуска СВ; Ст. № 3 – 500 м ниже выпуска СВ)

Микробиологический анализ показал уменьшение общего количества колонии образующих единиц (КОЕ) и количества сапрофитных бактерий в ряду: Ст. №2 – Ст. №1 – Ст. №3.

В соответствии с предложенной Росгидрометом [2] классификацией качества воды по бактериопланктону зону воздействия СВ ПАО «Казаньоргсинтез» на станциях наблюдения выше и ниже выпуска можно охарактеризовать как грязную, а район выпуска – как загрязненную.

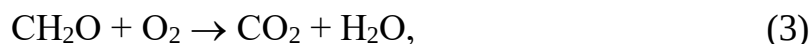
Интенсивность процессов трансформации вещества в экосистеме характеризуются через функциональные показатели, к числу которых можно отнести соотношение валовой первичной продукции планктона (A) к деструкции (R).

Известно, что процесс образования первичной продукции - органических веществ - происходит в воде из минеральных веществ автотрофными микроорганизмами в процессе фотосинтеза:



Различают валовую первичную продукцию (A), являющейся суммой всех новообразованных при фотосинтезе органических веществ, чистую первичную продукцию планктона (P) и минерализованную часть органических соединений в результате деструкции (R): $P = A - R$; Разность между A и R или отношение A/R показывает присутствие в воде аллохтонного (привнесенного извне) органического вещества, так как деструкции подвергается в основном автохтонное (продуцируемое и присутствующее в водоеме) органическое вещество. Чем больше отклонение A/R от 1 в сторону 0, тем больше в водоеме аллохтонного органического вещества, то есть больше ЗВ поступает в водоем с СВ, атмосферными осадками и паводковыми водами).

Деструкцией называется распад органического вещества под воздействием гетеротрофных организмов:



В темноте фотосинтез прекращается и, соответственно, не происходит поглощения CO_2 из среды и выделения эквивалентного количества O_2 , но процессы дыхания у растений в темноте происходят с той же скоростью, что и на свету. Поэтому, сравнивая концентрацию O_2 в воде в темной и светлой склянках после экспозиции в течение 6-24 час., можно определить первичную продукцию. (В зависимости от величины продукции водоемы делятся на: евтрофные - 2- 18 мг O_2 /л; мезотрофные – 1-2 мг O_2 /л; олигатрофные – 0,06- 0,08 мг O_2 /л; дистрофные – 0,05 мг O_2 /л и менее.

На всех станциях наблюдения отмечается преобладание продукционных процессов над минерализацией органического вещества (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические характеристики воды в зоне воздействия СВ
ПАО «Казаньоргсинтез»

Показатель	Ст. №1	Ст. №2	Ст. №3
Величина продукции (A), мг O_2 /л	0,50±0,18	0,41±0,24	0,57±0,21
Величина деструкции (R), мг O_2 /л	0,17±0,10	0,28±0,15	0,38±0,07
Соотношение A/R	2,9	1,4	1,5
Индекс биохимического самоочищения (ИБС)	0,398±0,017	0,404±0,005	0,411±0,050

Примечание: Ст. № 1 – 500 м выше выпуска; Ст. № 2 – место выпуска; Ст. № 3 – 500 м ниже выпуска

Преобладание продукционных процессов связано с устойчивой тенденцией к эвтрофированию водоема, причем этот процесс носит не локальный, а общий для водохранилища характер.

Отношение $A/R > 1$ на всех станциях указывает на накопление органического вещества в экосистеме, поэтому часть органического вещества осаждается, пополняя иловые отложения. Наибольшее значение соотношения A/R отмечено для Ст. №1, грунт которой представляет собой илистые отложения. По величине валовой первичной продукции трофический статус Волги в месте сброса СВ можно охарактеризовать как β -мезосапробный водоем.

Значительных отличий показателя индекса мощности биохимического самоочищения (ИБС), оцененного по методу Фрумина-Слотиной, по станциям отмечено не было (табл. 1). В соответствии с классификацией, полученные значения ИБС характеризуют средний уровень самоочищающей способности воды в зоне воздействия выпуска очищенной СВ ПАО «Казаньоргсинтез» [2,3].

Литература:

1. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. РД 52.24.309-92. / СПб.: Гидрометеиздат, - 1992.- 67 с.

2. Фрумин Г.Т. и Слотина С.Е. Биохимическое самоочищение водных

объектов. // Журнал экологической химии, – 1993. - №3. – С. 231.

3. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография/под ред. проф. А.Н.Глебова. Казань: изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 264 с.

УДК 66

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В Р.ВОЛГЕ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫПУСКА ОЧИЩЕННОЙ СВ ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ» ВОДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОНА

Кирсанов В.В., доктор технических наук, профессор,
Заслуженный эколог РФ, Заслуженный химик РТ;

Бутузова Ю.А., магистр

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Приведены данные мониторинга качества воды по гидробиологическим показателям волжской воды в месте выпуска очищенных СВ ПАО «Казаньоргсинтез», в 500 м выше и ниже по течению от места выпуска.

Ключевые слова: Сточные воды, выпуск, гидрологические показатели, фитопланктон, коэффициент.

CHARACTERISTICS OF THE WATER QUALITY IN THE VOLGA RIVER IN THE IMPACT ZONE OF THE RELEASE OF PURIFIED WATER BY WATER FROM PJSC KAZANORGSINTEZ ACCORDING TO PHYTOPLANKTON INDICATORS

Kirsanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Ecologist of the RF, Honored Chemist of the RT;

Butuzova Yu.A., student

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The data of water quality monitoring according to the hydrobiological indicators of the Volga water at the point of discharge of the treated waste water of PJSC "Kazanorgsintez", 500 m upstream and downstream from the place of discharge.

Keywords: Wastewater, discharge, hydrological indicators, phytoplankton, coefficient.

Применение показателей фитопланктона для оценки загрязненности поверхностных вод определяется тем, что фитопланктон является одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества

вод, поскольку парящие в толще воды организмы фитопланктона осуществляют фотосинтез.

Результаты гидробиологического анализа фитопланктонного сообщества в месте выпуска возвратных вод ПАО «Казаньоргсинтез» представлены в табл. 3.5.

Максимальное число видов [1], обнаруженных в зоне воздействия выпуска сточных вод, было отмечено в весенних пробах за счет диатомовых водорослей, пик развития которых приходится на это время. В дальнейшем происходит смена доминантных видов за счет синезеленых водорослей, что приводит к уменьшению общего количества видов. Какого-либо значительного различия в видовом составе водорослей по станциям не отмечено (Ст.№ 1 – 500 м выше выпуска СВ ПАО «Казаньоргсинтез»; Ст.№ 2 – место выпуска СВ; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска) [3].

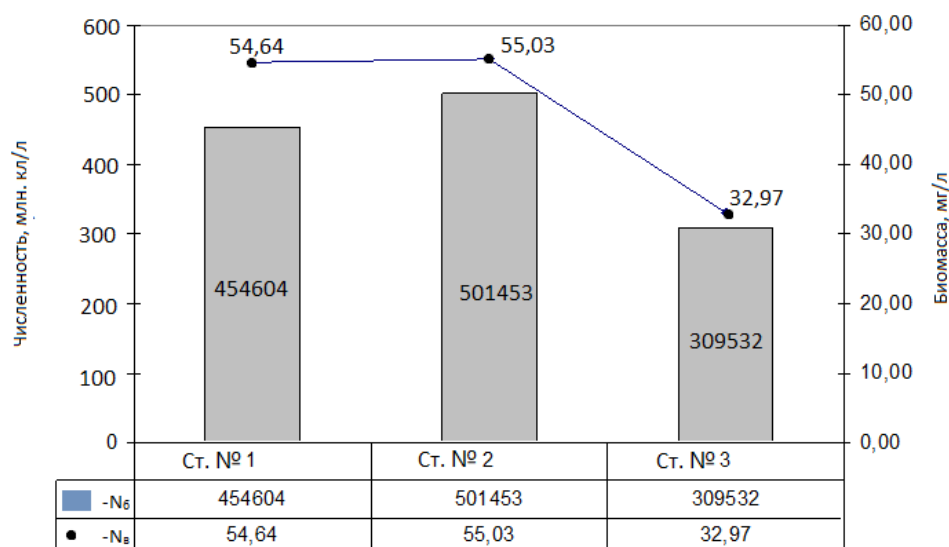
Таблица 1

Показатели фитопланктонного сообщества в зоне воздействия сточных вод ОАО «Казаньоргсинтез»

Показатель	Станция №1	Станция №2	Станция №3
Количество видов	10	10	13
в т.ч. синезеленых	2	2	2
диатомовых	7	8	11
криптофитовых	1	-	-
золотистых	1	-	-
зеленых	2	2	2
Численность, млн кл/л	454,6	501,5	309,5
в т.ч. синезеленые	299,8	317,4	201,0
евгленовые	0	0	0
динофитовые	0	0	0
диатомовые	154,1	183,8	108,5
желтозеленые	0	0	0
криптофитовые	0	0	0
золотистые	12	0	0
зеленые	0,678	0,286	0,118
Биомасса, мг/л	55	55	33
в т.ч. синезеленые	33	35	23
евгленовые	0	0	0
динофитовые	0	0	0
диатомовые	21	19	10
желтозеленые	0	0	0
криптофитовые	0	0	0
золотистые	0	0	0
зеленые	1	1	0
Н (по численности)	1,82	1,53	2,2
Н (по биомассе)	1,24	0,93	1,36
Индекс сапробности (S)	1,67	1,97	1,70

Можно отметить некоторое снижение средних значений численности и биомассы водорослей на Ст. № 3, однако это не связано с воздействием выпуска сточных вод (СВ), т.к. не отмечено статистически значимых различий между

Ст. №1 и местом выпуска (рис.1).



N₆ - количество биомассы; N_в - количество водорослей

Рис. 1 Усредненные значения численности и биомассы водорослей по станциям наблюдения (Ст.№ 1 – 500 м выше; Ст.№ 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска)

Воздействие СВ может вызывать изменение в соотношении основных групп водорослей по численности и/или биомассе в силу наличия токсичных соединения или биогенных элементов. Гидробиологический анализ показал, что значительного изменения соотношения основных групп водорослей по станциям не произошло: как по численности, так и по биомассе доминируют синезеленые, несколько уступают им диатомовые, вклад зеленых водорослей незначителен по сравнению с первыми двумя группами (рис. 2-3).

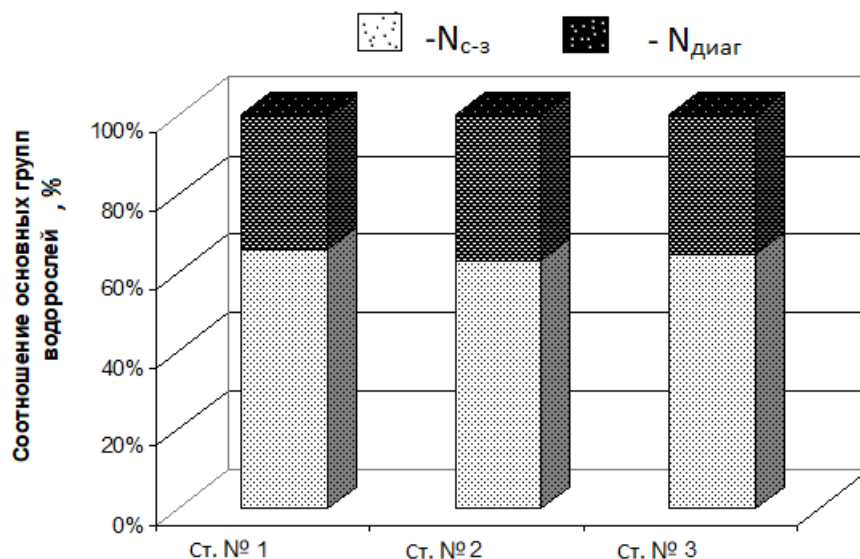


Рис. 2. Соотношение численности основных групп водорослей по станциям наблюдения (Ст.№ 1 – 500 м выше; Ст.№ 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска)

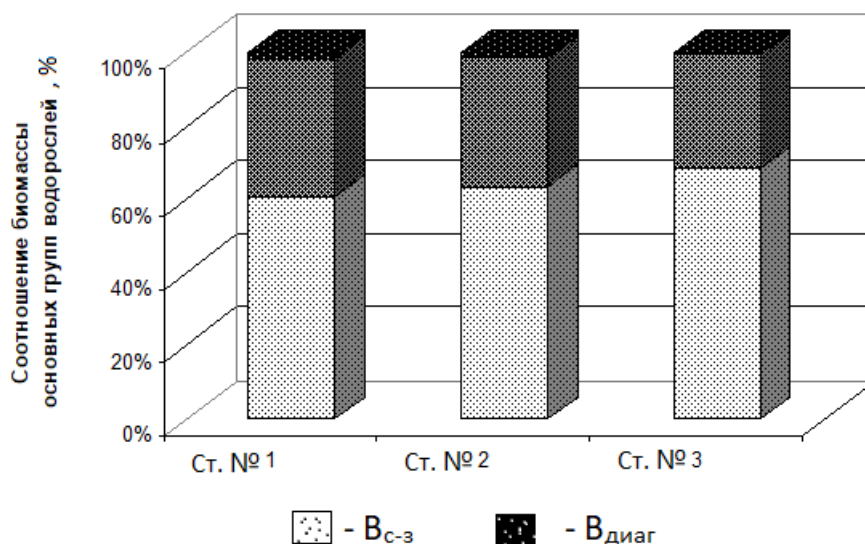


Рис. 3. Соотношение биомассы основных групп водорослей по станциям наблюдения (Ст.№ 1 – 500 м выше; Ст.№ 2 – место выпуска; Ст.№ 3 – 500 м ниже выпуска)

Для оценки качества воды по гидробиологическим показателям часто используют не абсолютные значения структурных показателей, а различные индексы. Так, наибольшее распространение получил индекс видового удельного биотического разнообразия (*индекс Шеннона* - H); метод сапробиологического анализа по Пабло и Букку в модификации Сладечека (*индекс сапробности* - S), с помощью которых можно судить о трофическом статусе водоема.

Индекс Шеннона (H) определяется по формуле (1):

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{n} \times \log_2 \frac{n_i}{n} \right) \quad (1)$$

где S - число видов биоиндикаторных микроорганизмов; n_i – число особей i -ого вида; n - число всех особей в пробе. (Принято считать, что $H > 3$ соответствует чистым водоемам; $H = 1-3$ – загрязненные водоемы; $H < 1$ - грязные водоемы. *Индекс сапробности* (S) [2] определяется по следующей формуле (2):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (S_i \times h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i} \quad (2)$$

где N – число выбранных видов индикаторных микроорганизмов; S_i - индивидуальное значение сапробности, присущее каждому виду; h_i - относительная численность i -ого вида (S_i и h_i определяется по специальным таблицам).

Рассчитанный по численности и биомассе индекс Шеннона (H) и индекс сапробности (S) характеризуют зону воздействия СВ ПАО «Казаньоргсинтез»

как умеренно-загрязненную или β -мезосапробную зону [3].

Литература:

1. Эльпинер Л.И. Медико-экологические подходы к оценке роли водного фактора в среде обитания человека// Вестник АМН СССР.- 1989.-№8.- С.18-26. 35.
2. Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н. Приоритетные направления научных исследований по проблеме оценки и прогнозирования влияния факторов риска на здоровье населения // Гигиена и санитария, 1994.- №8.- С.3-5.
3. Кирсанов В.В., Степанова Н.Ю., Смолко А.А. Способ комплексного мониторинга района выпуска сточных вод с помощью гидробиологических методов анализа, // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Самара, 2007.- С.64 - 76.
4. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография/под ред. проф.А.Н.Глебова. Казань: изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. 264 с

УДК 502.05, 502.08

ЦЕНТРОБЕЖНО-ТОНКОСЛОЙНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОАГУЛЯНТОВ

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент,
Сибгатуллина О.С., старший преподаватель,
Галимьянова Г.Р., обучающийся

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Разработан центробежно-тонкослойный сепаратор для очистки сточных вод от взвешенных веществ с использованием коагулянтов. Предложено устройство автоматического дозирования коагулянта.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, центробежная сепарация, тонкослойное разделение, коагуляция

CENTRIFUGAL-THIN-LAYER WASTE WATER TREATMENT WITH THE USE OF COAGULANTS

Mingazetdinov I.Kh., candidate of technical sciences, associate Professor,
Sibgatullina O.S., Senior Lecturer,
Galimyanova G.R., student

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: A centrifugal thin-layer separator has been developed for cleaning wastewater from suspended solids using coagulants. A device for automatic dosing of

coagulant is proposed.

Key words: pollutants, centrifugal separation, thin-layer separation, coagulation

Организация локальных оборотных схем водообеспечения является одним из перспективных направлений снижения загрязняющих стоков от промышленных предприятий. На машиностроительных предприятиях значительное количество загрязненных сточных вод образуется при операциях промывки изделий. Промывные воды загрязняются взвешенными веществами (частицы металлов, абразивные зерна, связка и др.). Рациональная очистка промывных вод с обеспечением степени очистки по требованиям технологических процессов позволит организовать замкнутую оборотную систему водоснабжения. Для решения этого вопроса предложена схема центробежной очистки с последующим тонкослойным отстаиванием.

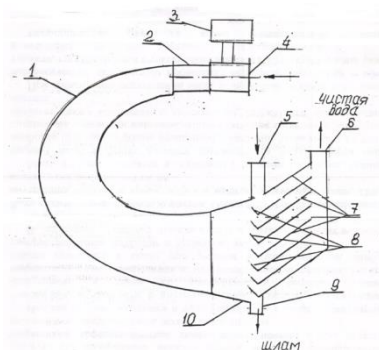


Рис. 1. Устройство центробежной очистки

Для увеличения эффективности центробежной очистки с предварительным добавлением коагулянта.

Устройство центробежной очистки представляет собой корпус 1 в виде спирального диффузорного канала с горизонтальной осью. В верхней узкой части корпуса 1 крепится камера смешения 2, в которой расположены винтовые элементы 19. В камере смешения 2 крепится патрубок подачи загрязненной воды 4, над которой расположено устройство подачи коагулянта 3. Устройство подачи коагулянта 3 состоит из бункера 13, содержащего порошковый коагулянт 14. Бункер 13 имеет заслонку 15, которая может регулировать размер проходного отверстия бункера. Под проходным отверстием бункера 13 установлен ленточный конвейер 12, который приводится в движение от постороннего источника (не показан).

Ленточный транспортер 12 закреплен на одном из плеч рычажных весов 16. Другое плечо рычажных весов 16 имеет противовес 17, имеющий возможность перемещения вдоль плеча, имеющего градуировочную разметку. Положение рычажных весов 16 контролируется датчиком 18, расположенного под плечом рычажных весов 16 с ленточным транспортером 12.

На патрубке подачи загрязненной воды 4 под ленточным транспортером 12 в зоне высыпания коагулянта расположена воронка 11.

В нижней расширенной части корпуса 1 расположена камера стабилизации 10, которая имеет несимметричную конфигурацию, и нижняя стенка камеры имеет наклон к патрубку отвода шлама 9.

К камере стабилизации 10 примыкает зона тонкослойного отстаивания, состоящая из тонкослойных пластин 7, имеющих во входной части промывные желоба 8, в которые промывная вода подается через патрубок 5, а после желобов 8 сливается в общий патрубок отвода шлама 9.

Предложенное устройство работает следующим образом. Перед началом процесса очистки проводят анализ сточных вод подлежащих очистке: вид, характер и концентрацию загрязняющих компонентов (соли железа, алюминия, магния, известь, и др.) и его необходимое количество.

На основании полученных исходных данных настраивают устройство подачи коагулянта 3, путем регулирования рычажных весов 16.

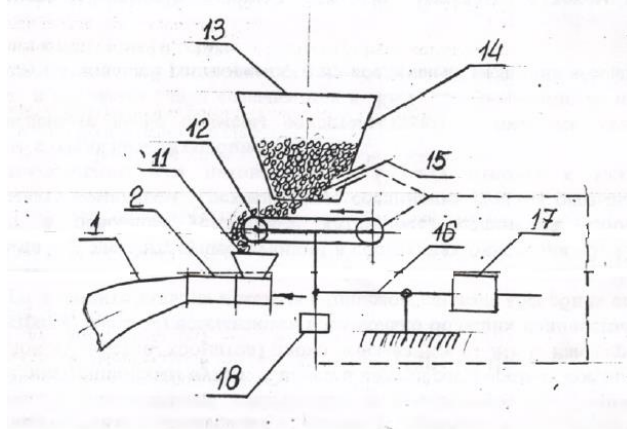


Рис. 2. Устройство подачи коагулянта

Для этого устанавливают противовес 17 таким образом на градуированном плече весов 16, чтобы обеспечивать на ленточном конвейере 12 необходимое количество коагулянта 14. С целью упрощения настройки весов 16 можно использовать предварительно установленную тарировочную характеристику $G_k = f(L_{пр})$, где G_k – необходимый вес коагулянта, а $L_{пр}$ – число делений на градуированной разметке весов 16.

После настройки устройства 3, приступают к процессу очистки и начинают подавать сточную воду в патрубок 4 и включают привод (не показан) ленточного конвейера 12. По конвейеру 12 в сточную воду подается необходимое количество коагулянта 14 через воронку 11. Далее, вода с коагулянтом поступает в камеру смешения 2, где проходя через винтовые соединения 19, активно турбулизируется и тщательно перемешивается. За счет действия коагулянта частицы загрязнителя укрупняются в хлопья и попадают в зону действия центробежных сил в спиральном диффузорном канале корпуса 1, отбрасываются к стенке. Сгущенный пристеночный шлам поступает в камеру стабилизации 10, где за счет наклонного днища, сползает в патрубок 9 и удаляется из устройства. В камере стабилизации 10 скорость потока воды снижается за счет диффузорности. Из камеры стабилизации 10 вода, очищенная от значительной части за-

грязняющих веществ, поступает в зону тонкослойных пластин 7, где происходит доочистка от оставшихся загрязнителей. Осевшие на пластине 7 частицы сползают вниз в промывные желоба 8, откуда смываются промывной водой из патрубка 5 и отводятся в патрубок отвода шлама 9. Очищенная от загрязняющих веществ вода из патрубка 6 отводится потребителям.

Таким образом, используя предложенное устройство центробежной очистки можно значительно повысить качество очистки сточных вод.

Литература

1. Кривошеин Д.А., Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. Учебное пособие для вузов. Рек. МОН РФ. - 2-е изд, стер.- М. Высшая школа, 2008. - 344с., ил.

2. Заявка на полезную модель к патенту РФ № 044038, 21.07.2020. Устройство центробежной очистки // Заявка ПМ №044038. 2020. Рег. № 2020125313 / Мингазетдинов И.Х., Сибгатуллина О.С., Галимьянова Г.Р.

УДК 608.2

УТИЛИЗАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ И ОРГТЕХНИКИ

Порсев Ю.А., магистрант

Попов С.Ю., старший преподаватель

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

(г. Ижевск, Российская Федерация)

Аннотация: в данной статье рассмотрены теоретические и практические основы утилизации компьютерной и оргтехники, проведен анализ состава компонентов изделий, относящихся к вычислительной технике, предложен вариант уменьшения негативного влияния на окружающую среду при утилизации.

Ключевые слова: утилизация, оргтехника, вычислительная техника, компьютерная техника, радиокомпоненты, драгоценные металлы, класс опасности, твердые бытовые отходы.

RECYCLING CAPACITY OF COMPUTER OFFICE EQUIPMENT

Porsev Yu.A., Master Student

Popov S.Ya., Senior Teacher

Kalashnikovs Izhevsk State Technical University

(Izhevsk, Russian Federation)

Abstract: this article discusses the theoretical and practical basis for recycling computer and office equipment, analyzes the composition of components of products related to computer technology, and suggests a way to reduce the negative impact on the environment during recycling.

Keyword: recycling, office equipment, computer equipment, computer technology, radio components, precious metals, hazard class, solid household waste.

На сегодняшний день проблема утилизации морально устаревших и исчерпавших свой ресурс изделий, относящихся к категории “Вычислительная и орг. техника”, является актуальной с точки зрения экологической обстановки в городах, так как при неправильно организованном процессе утилизации техники, это может привести к загрязнению окружающей среды.

Вычислительная и орг. техника, исчерпавшая срок использования, вынужденно складывается на свалках ТБО, что приводит к нерациональному использованию территорий, загрязнению вод, может территориально изменить состав почвы и повлечь за собой другие негативно сказывающиеся на человеке факторы [2].

Такое обращение с техникой не позволяет полностью извлечь экономическую выгоду от перерабатываемых материалов и драгоценных металлов, которые, например, входят в состав печатных плат устройств. Так как в настоящее время компьютерная техника достаточно быстро устаревает и требует периодического обновления, то можно предположить, что накопления вышедшей из строя техники и устаревшей, не пригодной для использования, на свалках города достаточно велико, что, в свою очередь, при ряде факторов способно негативно влиять на экологическую обстановку, а значит, требует пересмотра имеющихся стандартов и нормативов, касающихся складирования и переработки техники [2].

Ввиду отсутствия в Удмуртской Республике заводов по переработке техники, последняя вынуждена ликвидироваться по окончании своего срока эксплуатации в виде захоронений на свалках города, тем самым загрязняя окружающую среду.

В ходе написания публикации был проанализирован ряд работ по соответствующей теме, в которых указывается, что в таких странах, как Германия, США, Япония элементы устаревшей техники повторно используются и перерабатываются, что снижает негативное влияние на окружающую среду этих стран [1].

Чтобы правильно организовать процесс утилизации в УР, необходимо подготовить соответствующий проект и учесть влияние сразу трех сфер: природоохранной, социальной и производственной. Для этого может потребоваться вмешательство в систему управления качеством продукции [4].

В европейских странах предприятия-изготовители техники заранее продумывают процесс утилизации своей техники по окончании сроков эксплуатации. Производители техники также продумывают возможность упрощения демонтажа, сортировки и переработки составных частей, что не редко приводит к изменению отлаженных схем производства, принципов построения комплектующих изделий [3].

Российские компании, занимающиеся разработкой и производством компьютерной техники, не делают акцент на утилизационные процессы, отделы по охране труда и экологической безопасности контролируют фактор вредности

лишь в процессе изготовления техники и насколько безопасно будет использование этой техники для человека в процессе эксплуатации.

В связи с вышеизложенным, было предложено на этапе проектирования определять для компьютерной техники такой параметр, как утилизационная способность, причем эту обязанность возложить на производителей, которые имеют права, в случае необходимости, вносить изменения в конструкцию техники.

На данный момент в отношении компьютерной и орг. техники не применяется никаких критериев, которые позволили бы оценить рентабельность изделий к утилизации, также отсутствует единая система классификации показателей качества продукции.

Для оценки показателей качества целесообразно использовать смешанный метод, включающий в свой состав комбинацию метода, основанного на эксперименте, и метода, использующего заранее известные исходные данные по тому или иному оборудованию.

Количественная оценка утилизационной способности основывается на множестве показателей утилизации, которые формируются из составляющих техники и продуктов процесса утилизации, к которым относят:

- Au (золото);
- Ag (серебро);
- Al (алюминий);
- Cu (медь);
- Fe (железо);
- АБС (пластик);
- Стекло [2, 3].

Примерный состав материалов печатных плат приведен в таблице 1.

Таблица 1

Примерный состав материалов печатных плат

Наименование	Количество
Стеклополимер	70%
Медь	16%
Припой	4%
Железо, феррит (от сердечников трансформаторов)	3%
Никель	2%
Серебро	0,05%
Золото	0,03%
Палладий	0,01%
Прочие (висмут, сурьма, тантал и т. д.)	<0,01%

Показатели утилизации предлагается разделить на три группы, объединенные по общему классификационному признаку:

- первая группа включает показатели, характеризующие, насколько хорошо изделие поддается разборке, сколько деталей может быть направлено на переработку и сколько из них успешно может быть применено в другом оборудовании;

- вторая группа показателей отвечает за класс опасности бытового отхода. Оргтехника, по законодательству РФ, может признаваться отходом 1 – 5-го класса опасности;

- третья группа показателей характеризует продукт, полученный в процессе утилизации [1].

Для удобства оценивания утилизационной способности техники решено вышеперечисленные показатели привести к одному – комплексному.

Необходимо для каждого показателя из трех групп выбрать степень их важности, далее, применяя математические законы, провести обработку полученных данных, тем самым получить комплексный показатель.

Получив комплексный показатель утилизации, можно говорить об утилизационной способности оцениваемого оборудования [1].

Подводя итог, можно сделать вывод, что, в первую очередь, для реализации повышения утилизационной способности вычислительной и оргтехники, необходимо снизить количество неразборных компонентов, входящих в состав техники, тем самым повысив ее разборность.

Во-вторых, добиться использования большего числа однотипных компонентов в изделиях вычислительной техники.

В-третьих, повысить объем применения перерабатываемых материалов.

В-четвертых, если возможно, свести к минимуму применение элементов, относящихся к более высокому классу опасности, или заменить их.

Литература:

1. Определение утилизационной способности изделий бытового и промышленного назначения на стадии их проектирования: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.13 / Н.А. Васькова – URL: https://rusneb.ru/catalog/000219_000026_RU_ГПНТБ+России_IBIS_0000094230 (дата обращения: 31.08.2020 г.)

2. Наглядное устройство материнской платы компьютера – URL: <http://pc-information-guide.ru/materinskaya-plata-kompyutera/ustroystvo-materinskoj-platy.html> (дата обращения: 01.09.2020 г.)

3. Компоненты материнской платы компьютера – URL: <https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/nauka-i-tehnika/komponenty-materinskoj-platy-kompyutera.html> (дата обращения: 01.09.2020 г.)

4. Нормативные документы для утилизации оргтехники – URL: <http://pererabotkatbo.ru/pravoytilorgteh.html> (дата обращения: 02.09.2020 г.)

УДК 504.05; 504.062

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сабирьянова Г.В., обучающийся

Амельченко М.О., кандидат технических наук, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Статья посвящена рассмотрению экологической обстановки вокруг Кармановской ГРЭС. Описан технологический процесс очистки сточных вод, выявлены ее недостатки и предложены мероприятия по снижению воздействия сточных вод на окружающую среду.

Ключевые слова: Кармановская ГРЭС, загрязнение гидросферы, нефтепродукты, повышение экологической безопасности

IMPACT OF INDUSTRIAL WASTES OF THE KARMANOV REGIONAL POWER STATION ON THE ENVIRONMENT

Sabir'yanova G.V., student

Amelchenko M.O., candidate of technical sciences, senior lecturer
Kazan State University of Architecture and Engineering
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article is devoted to the consideration of the ecological situation around the regional power station located in Karmanovo. The technological process of wastewater treatment is described, its shortcomings are identified and measures are proposed to reduce wastewater in the global environment.

Keywords: Karmanov regional power station, pollution of the hydrosphere, petrochemicals, improving environmental safety

Одним из важных промышленных объектов в деревни Карманово, расположенной в республике Башкортостан, является Кармановская ГРЭС. Сооружение расположено на северо-западе республики в городе Нефтекамск, д. Карманово, на берегу реки Буй, и возведена для использования в качестве топлива местной высокосернистой нефти. Электрическая мощность станции составляет 1831,1 МВт, а тепловой – 24 Гкал/ч. В качестве основного топлива на станции используется природный газ, а резервного – мазут.

В связи со значительным количеством образуемых сточных вод для дальнейших нужд станции на территории предприятия возведены очистные сооружения, на которые поступают: дренажные воды с иловых и песковых площадок, хозяйственно-бытовые сточные воды ГРЭС, промывные воды, а также сточные воды с расположенного неподалеку поселка Энергетик. Очистные сооружения состоят из стадий механической, биологической очистки и блока обеззараживания [1].

Однако, работа Кармановской ГРЭС оказывает негативное влияние на экологическое состояние прилегающей к ней территории. Среди основных факторов следует отметить:

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, таких как оксиды углерода, серы, азота и др.;
- сброс подогретых вод в водохранилище, что в свою очередь способствует увеличению количества фитопланктона и, как следствие, зарастанию водоемов-охладителей;
- затопление значительных нижележащих территорий, возникающих в результате перелива через гребень;
- возможность возникновения аварий на складах горючих веществ и на гидротехнических сооружениях, что может привести к значительным: материальным потерям, экологическому ущербу, а также человеческим жертвам.

К одной из наиболее значимых возможных аварий на Кармановской ГРЭС следует отнести возможность аварийного разлива емкостей с мазутом, которые используются на предприятии в технологических процессах с последующим попаданием мазута в водохранилище.

Для локализации разлитого мазута и предотвращения его распространения в акватории водного объекта возможно применение боновых заграждений, фильтрационных сорбционных перегородок и сетей. Длину боновых заграждений следует принимать исходя из расчета, что перегораживанию подлежит $2/3$ ширины водоема. Далее загрязненную нефтепродуктами воду можно направить на очистку в существующих на обозначенной территории очистных сооружениях [2].

Сооружения для очистки промышленных стоков (ОСПС) применяют для очистки загрязненных нефтепродуктами вод, на которые поступают нефтесодержащие стоки из главного корпуса Кармановской ГРЭС. Данные воды образуются преимущественно при промывке оборудования, а также в результате нагрева мазута с мазутного хозяйства котельной ТЦ.

Очистные сооружения введены в эксплуатацию в 1977 г., без дальнейшей ее реконструкции, их производственная мощность составляет $260 \text{ м}^3/\text{час}$, что является недостаточным, поскольку увеличение мощности электростанции ведет к возрастанию нефтесодержащих стоков.

Технологический процесс очистки стоков с нефтепродуктами начинается с подачи их в приемные резервуары для статического отстаивания и частичного удаления плавающих нефтепродуктов и шлама. Уловленные загрязнения с осадком попадают в секцию №6 шламоотвала ОСПС. Отстоявшиеся стоки поступают в горизонтальные двухсекционные нефтеловушки для динамического отстаивания нефтепродуктов. Далее частично очищенные стоки собираются в сборном колодце, откуда специальными насосами подаются на фильтровальную установку, состоящую из механических фильтров первой и второй ступени для их сорбционной очистки. В качестве сорбента применяется уголь – антрацит. Очищенные стоки собираются в баке объемом 200 м^3 из которого насосами подаются в коллектор технической воды.

В качестве основных мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности при эксплуатации Кармановской ГРЭС, можно предложить:

- автоматизацию конструкций паводковых водосбросов [2];
- создание системы аварийного открытия всех водосливных отверстий, которая позволит предотвратить угрозу перелива воды через гребень плотины в случае выхода из строя штатных механизмов [2];
- внедрение системы автоматического навигационного наблюдения и контроля за состоянием объектов гидротехнических сооружений [2];
- разработка системы непрерывного мониторинга гидротехнических сооружений [2-3].

Перечисленные выше мероприятия способны привести к значительному улучшению экологической обстановки окружающей среды и безопасности жизнедеятельности на объектах Кармановской ГРЭС, снизить и предотвратить количество аварийных ситуаций, в частности уменьшить подтопление сельскохозяйственных территорий и близлежащего жилого фонда.

Литература:

1. Исхакова Р. Я. Очистка сточных вод кармановской ГРЭС с использованием отхода теплоэнергетики / Р.Я. Исхакова // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: Всероссийская научная конференция: сборник докладов. Ч. II (Белгород, 14-18 октября 2019 г.). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2019. – С. 55-60.
2. Мадеева В.С. Мероприятия по повышению экологической безопасности гидротехнических объектов на примере Кармановской ГРЭС (КГЭС) / В.С. Мадеева, Н.В. Политова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М: Изд-во МГГУ, 2009. – С. 158-163.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Сапронова Ж.А., доктор технических наук, доцент

Святченко А.В., аспирант

Бомба И.В., магистр

БГТУ им. В.Г. Шухова

(г. Белгород, Российская Федерация)

Аннотация: При производстве сахара образуется крупнотоннажный отход - органоминеральный (карбонатный) осадок. В результате термической обработки исходного сатурационного осадка нами получен наноструктурированный углеродсодержащий материал, который обладает высокими сорбционными свойствами.

Ключевые слова: сатурационный осадок, очистка сточных вод, органоминеральный сорбент

ORGANOMINERAL SORBENT FOR MULTICOMPONENT WASTE WATER TREATMENT

Sapronova Zh.A., Ph.D., associate professor.

Svyatchenko A.V., graduate student.

Bomb I.V., master's student.

BSTU named after. V.G. Shukhov,

(Belgorod, Russian Federation)

Abstract: In sugar production, a large-tonnage waste is formed - organomineral (carbonate) sediment. As a result of the initial sediment heat treatment, we obtained a nanostructured carbon-containing material that has high sorption properties

Keywords: saturation sediment, wastewater treatment, organomineral sorbent

Органоминеральные комплексы вызывают большой интерес во многих отраслях прикладной науки, поскольку позволяют получить материалы, обладающие ценными свойствами, которые недостижимы в случае использования органических и минеральных компонентов в отдельности [1].

Особые качества органоминеральных частиц отмечаются многими исследователями, работающими в различных отраслях науки. Так, сообщается, что в почвенных системах органическое вещество и минеральные компоненты всегда связываются и образуют органо-минеральные комплексы, тем самым изменяя свойства образующихся минеральных поверхностей, а также структуру связанного органического вещества.

В процессе взаимодействия органического вещества и минералов и образования комплексов органическое вещество вблизи поверхностей минералов трансформируется в конденсированную структуру, которая влияет на их ад-

сорбционное поведение. Предполагается, что крупные частицы органических агрегатов соединяются с минеральными поверхностями с помощью различных механизмов [2]. Такие органоминеральные агрегаты могут проявлять сорбционные свойства в отношении различных веществ, что делает перспективным их использование в качестве сорбционных материалов.

Несмотря на разнообразие существующих сорбентов, многие из них не отвечают обширному набору требований, что мотивирует непрерывный поиск и разработку сорбентов следующего поколения.

Поэтому, прежде чем такой материал можно будет использовать в качестве сорбента, его необходимо модифицировать для достижения более высоких показателей сорбционной емкости и селективности по целевым загрязнителям.

При производстве сахара образуется много отходов, в том числе крупнотоннажный органоминеральный (карбонатный) шлам [3].

Этот шлам представляет собой значительную проблему, поскольку образуется ежегодно в больших количествах.

Ежегодно в шахтах и карьерах известняка и доломита добывается большое количество этих материалов, которые затем подвергаются высокотемпературному обжигу, что имеет негативный эффект с экологической и ландшафтных точек зрения. Попытки уменьшить объемы использования известняков способствовали облегчению проблемы, но она остается нерешенной, особенно в вопросе образования шлама. Это огромное количество осадка трудно утилизировать, даже если принять во внимание его возможное использование для внесения поправок в почву в сельском хозяйстве или в качестве сырья для производства цемента.

Известны исследования по получению эффективного сорбционного материала на основе карбонатного осадка для удаления различных загрязнителей из сточных вод – тяжелых металлов, поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов. Показано, что сорбционные свойства обеспечиваются особым строением поверхности материала, представляющего собой органоминеральный наноккомпозит (рис. 1) [4].

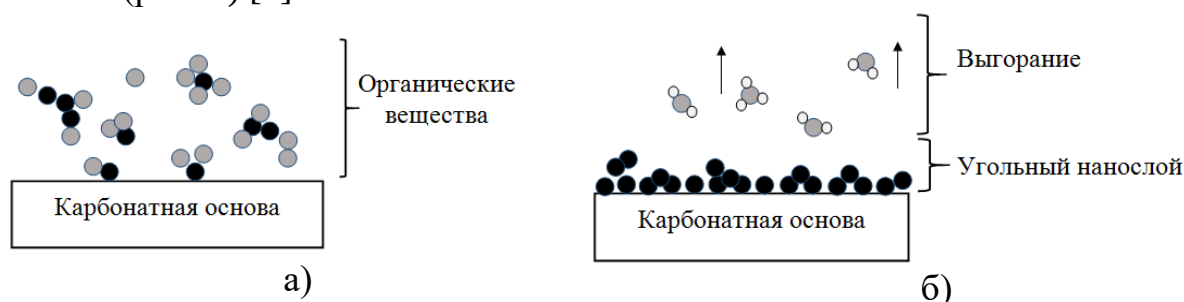


Рис. 1. Комбинирование угольных наночастиц с карбонатной основой, а – исходный сатурационный осадок, б – после термообработки, где ● - углерод, ● - другие химические элементы и радикалы, О - кислород.

В результате термической обработки исходного сатурационного осадка нами получен наноструктурированный углеродсодержащий материал, который

благодаря углеродному слою, покрывающему поверхность и проникающему внутрь частиц, обладает высокими сорбционными свойствами. Кроме того, углеродный слой, образовавшийся после термообработки, придает карбонатному осадку гидрофобные свойства. Это играет важную роль при извлечении из водных сред нефтепродуктов, жировых и масляных загрязнений, которые также являются гидрофобными.

Образующийся нанокompозитный материал обладает устойчивостью к щелочным и нейтральным средам, в кислой среде карбонатная матрица нейтрализует кислоты, входящие в состав сточных вод и модельных растворов, а наночастицы образуют с загрязняющими веществами агрегаты, выпадающие в осадок.

Полученный наноструктурированный сорбционный материал обладает высокой сорбционной активностью в отношении широкого диапазона загрязнителей (рис. 2).

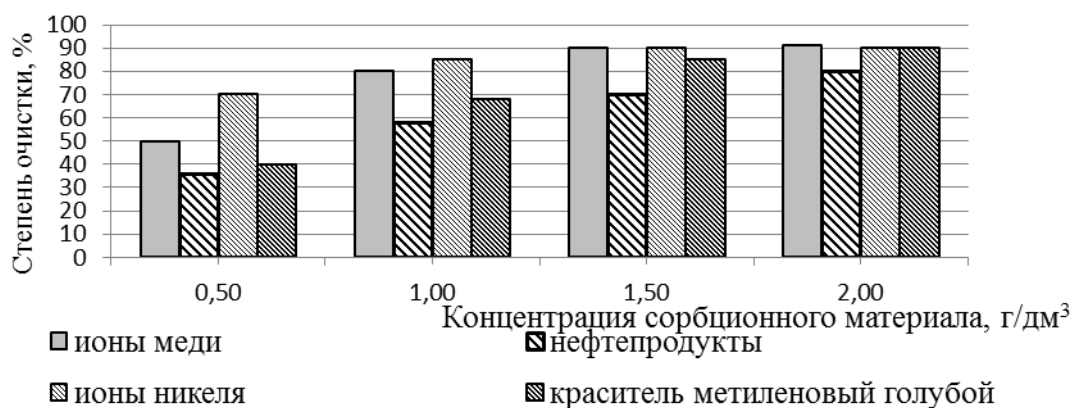


Рис. 2. Сорбционная активность нанокompозитного сорбента в отношении различных загрязнителей

Органоминеральный шламовый отход (карбонатный сатурационный осадок) содержит в своем составе минеральную основу и органический компонент. После термообработки происходит образование карбонатного слоя на поверхности и в полостях минеральной основы, который формирует сорбционные центры. Использование такого сорбента позволяет снизить техногенную нагрузку на окружающую среду сразу в нескольких направлениях – уменьшение объема образования отходов, очистка сточных вод, а также снизить себестоимость водоочистки. Представляет интерес проведение дальнейших исследований по модификации этого материала.

Грант. Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук и докторов наук и ведущих научных школ Российской Федерации, номер заявки МД-1249.2020.5

Литература:

1. Matseevich T., Askadskii A. Relaxation properties of organo-mineral com-

posites//IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. - 365. - 2018. – 042010 - 9 p.

2. Xiaojing Zhu, Jiangtao He, Sihui Su, Xiaoliang Zhang, Fei Wang Concept model of the formation process of humic acid-kaolin complexes deduced by trichloroethylene sorption experiments and various characterizations // Chemosphere. – 151. – 2016. – P. 116-123.

3. Eggleston, G. Lima I. Sustainability Issues and Opportunities in the Sugar and Sugar-Bioprocess Industries // Sustainability. – 7. – 2015. – P. 12209-12235.

4. Sapronova, Zh.A. Svergunova, S. V., Fomina, E.V. Nanocomposite carbon-bearing sorption material // Advances in Engineering Research. – 2017. - vol. 133. – pp 728 – 733.

УДК 631.363.22

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИНТЕЗА БИОГАЗА ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Смирнова С.В., кандидат технических наук, доцент;

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент;

Розанов Г.Б., обучающийся;

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В современном мире проблема производства энергии становится все более острой. Нефти и угля становится все меньше и меньше. Поэтому мы решили разработать устройство для синтеза дешевого, экологически чистого и неисчерпаемого топлива.

Ключевые слова: биогаз, метан, установка, органические отходы

DEVICE FOR SYNTHESIS OF BIOGAS FROM ORGANIC WASTES

Smirnova S.V., candidate of technical sciences, associate professor;

Mingazetdinov I.Kh., candidate of technical sciences, associate professor;

Rozanov G.B., student;

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: In today's world, the problem of energy production is becoming more acute. Oil and coal are becoming less and less. Therefore, we decided to develop a device for the synthesis of cheap, environmentally friendly and inexhaustible fuel.

Keywords: biogas, methane, plant, organic waste

С каждым годом в современном мире растет производство и потребление энергии. Проблема сжигания "грязных" видов топлива, таких как мазут, уголь и

другие стоит сейчас очень остро, не только из-за их иссякаемости и сложности добычи, но и из-за большого количества вредных веществ, которые остаются после сгорания. Так, например, после сгорания угля остается большое количество сернистых соединений. Была поставленная задача на основе уже имеющихся разработок создать дешевый, долговечный, а, главное, экологический источник топлива, который потом можно использовать в разных сферах жизни человека.

За топливо был взят метан, как один из самых "чистых" газов. Выделяться газ будет посредством анаэробного брожения, которое будет проходить в специальном устройстве – метантенке, который представляет собой горизонтальный цилиндрический корпус, внутри которого биомасса будет подготавливаться и нагреваться, в результате чего брожение будет проходить с большой скоростью и высоким количеством необходимого продукта.

Один из способов получения метана - ферментация или сбраживание органических отходов. В результате сбраживания получается биогаз, который более чем на половину состоит из метана (примерно 65%), диоксида углерода и других соединений в небольших количествах.

Биогазовое брожение можно разделить на три этапа:

Первый называется началом брожения бактерий. Различные органические бактерии, размножаясь, выделяют внеклеточные ферменты, основная роль которых заключается в разрушении сложных органических соединений с гидролизным образованием простых веществ. Например, полисахариды в моносахариды; белок в пептиды или аминокислоты; жиры в глицерин и жирные кислоты.

Второй этап называется водородным. Образуется водород в результате деятельности уксуснокислых бактерий. Их основная роль заключается в бактериальном разложении уксусной кислоты с образованием двуокиси углерода и водорода.

Третий этап называется метаногенным. В нем участвует тип бактерий, известных как метаногены. Их роль состоит в использовании уксусной кислоты, водорода и диоксида углерода с образованием метана.

Температура для получения биогаза может быть в относительно широком диапазоне температур 4~65°C. С увеличением температуры скорость получения биогаза возрастает. Температура 40~55°C является переходной зоной жизнедеятельности различных микроорганизмов: термофильных и мезофильных бактерий. Самый высокий темп анаэробного брожения происходит в узком диапазоне температур 50~55°C.

Анаэробность среды определяется ее степенью. Обычно окислительно-восстановительный потенциал принято обозначать величиной E_h . В анаэробных условиях E_h имеет отрицательное значение. Для анаэробных метановых бактерий E_h лежит в пределах -300 ~ -350 мВ. Некоторые бактерии продуцирующие факультативные кислоты способны жить нормальной жизнью при E_h - 100 ~ + 100 мВ.

В результате проведения патентного поиска были найдены прототипы установок получения биогаза. У рассмотренных прототипов выявлены следу-

ющие недостатки: некачественное измельчение, отсутствие механизма поддержания необходимой температуры, неравномерное перемещение биомассы по камерам брожения.

После рассмотрения всех недостатков разработана установка (рис.1), представляющая собой горизонтальный цилиндрический корпус, который условно можно разделить на две части. В первой части биомасса подготавливается с помощью подвижных и неподвижных ножей и шнека, которые измельчают и перемешивают биомассу, в результате чего брожение проходит быстрее и эффективней. Во второй части биомасса начинает бродить. Необходимая температура поддерживается с помощью секционного нагревателя и теплоизолирующего кожуха. Получившийся в итоге биогаз из-за легкости поднимется и, через гидрозатвор, отводится потребителю. На данную установку получен патент «Биореактор для получения биогаза при переработке органических бытовых и сельскохозяйственных отходов» (патент РФ на полезную модель №188085, опубликован 28.03.2019, Бюл. № 10) [1].

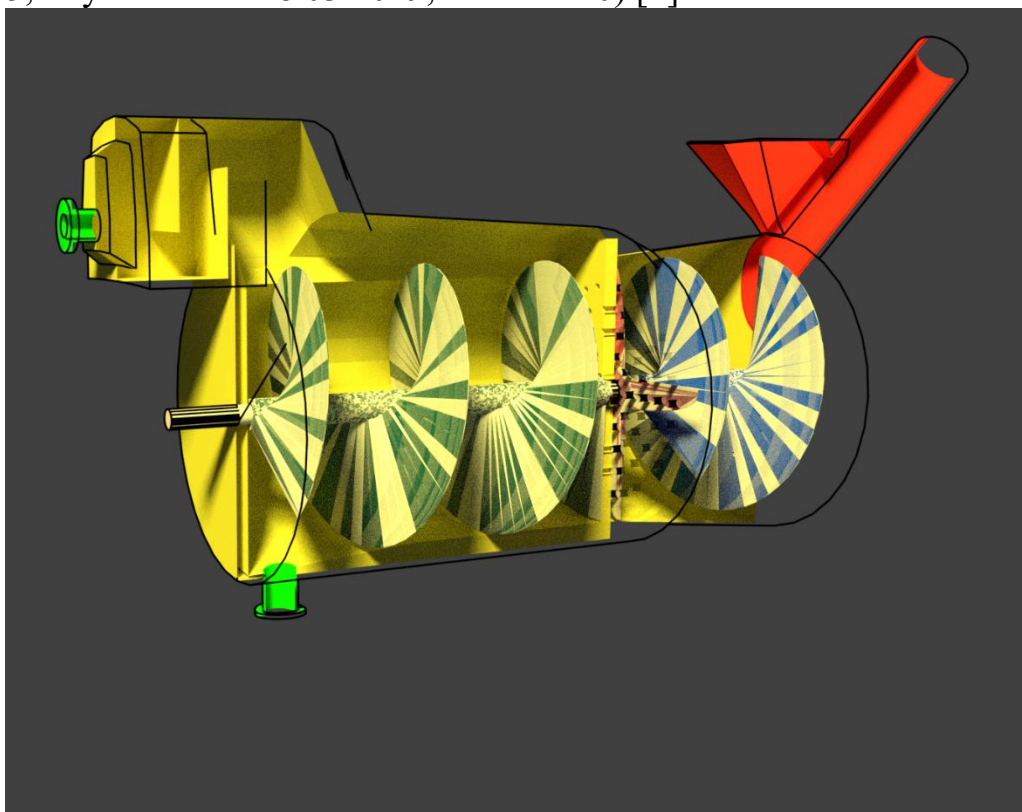


Рис. 1. Модель биореактора.

Метан применяется во множестве сфер человеческой жизни. Это материал для создания полимеров (синтетического каучука), а затем иных весьма гибких и прочных материалов (резина), химическое сырьё, один из основных источников водорода. Главное же его предназначение всё-таки являться топливом. Газ в этом плане набирает популярность, ибо использовать в этих целях метан экономичнее.

Сейчас газ всё чаще используется в автомобилях в качестве горючего.

Обычно его сжимают до состояния от 200 до 250 атмосфер и помещают в баллоны, которые и размещаются в машине. Некоторое падение мощности применение такого топлива всё-таки может вызвать, но оно крайне несущественно. Зато в отличие от бензина стоит CH_4 ощутимо дешевле, да и вредных веществ в атмосферу выделяет поменьше. Так же из этого газа можно получать синтетический бензин.

Таким образом, создана установка, которая может быть использована, как в небольших фермерских хозяйствах, так и в промышленном производстве. К её плюсам можно отнести дешевизну, экологичность и неиссякаемость, шлам, остающийся после ферментации, может использоваться в качестве удобрения. Следующий шаг в развитии - создание опытного образца.

Производство биогаза, как и любое биохимическое производство, имеет отходы. Отходы биохимического производства могут наносить ущерб экологии в случаях бесконтрольной утилизации отходов. Например, попадая в реку по соседству. Качественный состав и пути утилизации отходов крупных биогазовых установок контролируются лабораториями предприятий и государственной экологической службой. Малые фермерские биогазовые установки не имеют такого контроля по двум причинам: 1) так как мало отходов, то вреда окружающей среде будет мало. 2) Проведение качественного анализа отходов требует специфического лабораторного оборудования и узко специализированного персонала. Этого у мелких фермеров нет, а государственные структуры справедливо считают такой контроль не целесообразным.

Данная установка представляет из себя экологический, дешевый и почти неиссякаемый источник метана и углекислого газа. Со следующими достоинствами: снижение содержания органических отходов; отходы имеют запах, отпугивающий вредителей; метан является чистым и удобным топливом; шлам, остающийся после брожения может быть использован в качестве удобрения. В отличии от прототипа: имеет теплоизоляционный кожух, уменьшающий потери; имеет возможность регулировки режима брожения; нет необходимости предварительного измельчения отходов; процесс брожения происходит равномерно во всей камере.

Литература:

1. «Биореактор для получения биогаза при переработке органических бытовых и сельскохозяйственных отходов». Патент РФ на полезную модель №188085, опубликован 28.03.2019, Бюл. № 10. Авторы Мингазетдинов И.Х., Бузова И.Д., Розанов Г.Б., Андреева А.В., Смирнова С.В., Дмитрук И.Ю.

УДК 666.72:658.567

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ДУШАНБИНСКОЙ ТЭЦ-2

Насруллоев Ф.Х., доктор PhD;

Кобулиев З.В., доктор технических наук, профессор;

Тагоев С.А., кандидат технических наук, доцент

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: Работа посвящена комплексной переработки золошлаковых отходов Душанбинской ТЭЦ-2. Приведены результаты исследования химического состава и радиационной безопасности золошлаковых отходов. Разработана технологическая схема производства керамического кирпича и бетонных блоков с добавками золошлаковых отходов.

Ключевые слова: угольная ТЭЦ, золошлаковые отходы, переработка, строительные материалы.

COMPLEX PROCESSING OF ASH AND SLAG WASTE ON DUSHANBE THERMAL POWER PLANT 2

Nasrulloev F.Kh., Doctor PhD;

Kobuliev Z.V., Doctor of Technical Sciences, Professor;

Tagoyev S.A., candidate of technical sciences, associate professor

Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract: The work is devoted to the complex processing of ash and slag waste at Dushanbe thermal power plant 2. The results of the study of the chemical composition and radiation safety of ash and slag waste are presented. A technological scheme for the production of ceramic bricks and concrete blocks with the addition of ash and slag waste has been developed.

Keywords: coal thermal power plant, slag waste, recycling, construction materials.

Душанбинская ТЭЦ-2 сдана в эксплуатацию китайской компанией ТВЕА, первая очередь - в 2014 году, вторая очередь - в 2016 году. Суммарная мощность теплоэлектроцентрали составляет 400 МВт электроэнергии и 167 Гкал тепла. Душанбинская ТЭЦ-2 обеспечивает более 80% потребности города Душанбе в электроэнергии, ежедневно производя 8 млн. кВт/ч или 14% от общего объема, производимой в стране электроэнергии.

Душанбинская ТЭЦ-2 работает на местном топливе – углей, добываемых предприятиями республики. Одной из важных экологических проблем при повышении эффективности производства энергии на ДТЭЦ-2 является утилизация отходов сжигания углей. Уголь следует рассматривать не только как топливо, но и как сложное комплексное ископаемое, которое в процессе сжигания

образует весьма ценное вторичное минеральное сырье.

При сжигании твердого топлива в топках тепловых электрических станций образуются многотоннажные твердые минеральные отходы, представленные шлаком и летучей золой. На Душанбинской ТЭЦ-2 с 2014 года накоплено около 500 тыс. тонн золошлаковых отходов с их ежегодным увеличением на 200-250 тыс. тонн. Золоотвал, занимая более 4 гектаров земельной площади, является источником неблагоприятной экологической обстановки в районе.

Для разработки технологии комплексной переработки и использования золошлаковых отходов ДТЭЦ-2 в производстве строительных материалов с высокими техническими характеристиками необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить химический состав и свойства золошлаковых отходов;
- определить гранулометрический состав золошлаковых отходов;
- испытать физические и механические характеристики образцов (бетона и керамического кирпича), полученных с добавками золошлаковых отходов;
- изучить радиоактивность строительных материалов с добавками золошлаковых отходов.

Для выполнения этих задач проведены эксперименты с использованием материалов, приборов и оборудования, применяемых в ОАО "Научно-испытательский и проектно-изыскательский институт САННИОСП" лаборатории «Строительные конструкции и материалы» г. Душанбе. Применены современные методы исследования с помощью рентгенофазового, химического, дифференциально-термического и других методов анализа.

Определение гранулометрического состава золошлаковых выбросов ДТЭЦ-2 проведен в соответствии с ГОСТ 25592-91 «Смеси золошлаковые отходы ТЭЦ для бетонов. Технические условия», ГОСТ 8735-88 (2001) «Песок для строительных работ. Методы испытаний» с применением ситового анализа. Определение потерь массы в результате прокаливания золошлаковых отходов осуществлен в соответствии с требованиями ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности».

Химический анализ золы осуществлен в соответствии с ГОСТ 8269.1 и ГОСТ 5382-91 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа». Зола является порошкообразным материалом серого цвета. Объемная насыпная масса колеблется в пределах 500-580 кг/м³.

Зола ДТЭЦ-2 имеет следующий химический состав, % мас.: SiO₂ - 53.13%, Al₂O₃ - 30.00%, Fe₂O₃ - 6.29%, CaO - 3.15%, MgO - 0.61%, Na₂O - 0.13%, K₂O - 3.31%, TiO₂ - 1.46%, SO₃ - 0.98%, MnO₂ - 0.013%; потери при прокаливании составляют 0,2% массы. Зола по своему химическому составу отличается тем, что в своем составе имеет значительное количество SiO₂ и Al₂O₃. Зола по содержанию оксида кальция считается кислой (CaO<12%). По результатам химического анализа выявлено, что она похожа с глинистым сырьем. Зола относится к группе тугоплавких материалов (огнеупорная температура более 1380°C). В составе золы несгоревшее топливо по количеству доходит до 6-10%,

а углерод до 4-8%.

Определение радиоактивности золошлаковых отходов осуществлялось в лаборатории технических услуг Агентства по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан с помощью гамма-спектрометрической многоканальной установки рентгеновского и гамма-излучения CANBERRA. Замеры были проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов». Результаты показаны в табл. 1.

По данным таблицы 1, класс радиационной безопасности золы, получаемой при сжигании углей, в соответствии с санитарными правилами СП 2.6.1.798-99, ГОСТ 30108-94 и СанПиН 2.6.1.2523-09, максимальная радиоактивность килограмма керамического кирпича и золобетонной смеси при содержании золы ДТЭЦ-2 в сырье до 20% будет не более 370 Бк/кг, что намного меньше допустимого нормативного значения. Другими словами, золы принадлежат к первому классу, в связи с чем их применение в изготовлении строительных материалов допускается.

Таблица 1

Строительный материал	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов			Погрешность определения	A _{эф.м} , Бк/кг
	226Ra	232Th	40K		
Керамический кирпич с добавкой золы (20%)	-	-	500 (6,6)	<5%	45
Золобетонные смеси (зола 20%)	-	-	600 (6,6)	<5%	54,1

Примечание: Данные об активностях приводятся с указанием погрешностей измерений в скобках.

На основе проведенных опытов предложена технологическая схема производства строительных материалов на основе золошлаковых отходов ДТЭЦ-2.

Поскольку отходы ДТЭЦ-2 содержат частицы разной величины, при получении изделий из керамики с необходимыми технологическими параметрами требуется отделение золошлаковой смеси с определенной величиной частиц. Нами предложено использовать воздушный сепаратор для разделения золы, чтобы достичь эффективного способа фракционирования отходов. Технологическая схема подготовки золы и производства керамического кирпича с добавками зол ДТЭЦ-2 представлена на рис. 1.

Следует отметить, что представленная технология дает возможность применять оборудование для изготовления различного рода изделий из керамики с добавками золы, а обжиг всех видов изделий можно проводить одновременно, только необходимо осуществлять загрузку и выгрузку разных изделий отдельно.

Отличие представленной технологии от других состоит в том, что ис-

пользование золы ДТЭЦ-2 осуществляется с разделенной по фракционным размерам золой. Такой подход, т.е. разделение на фракции применяемой золы, способствует достижению стабилизации химического и минералогического составов добавок, что, в свою очередь, позволяет достичь стабильности в свойствах изготавливаемой продукции. Было предложено применение метода сухой гравитационной сепарации для ее разделения на фракции.

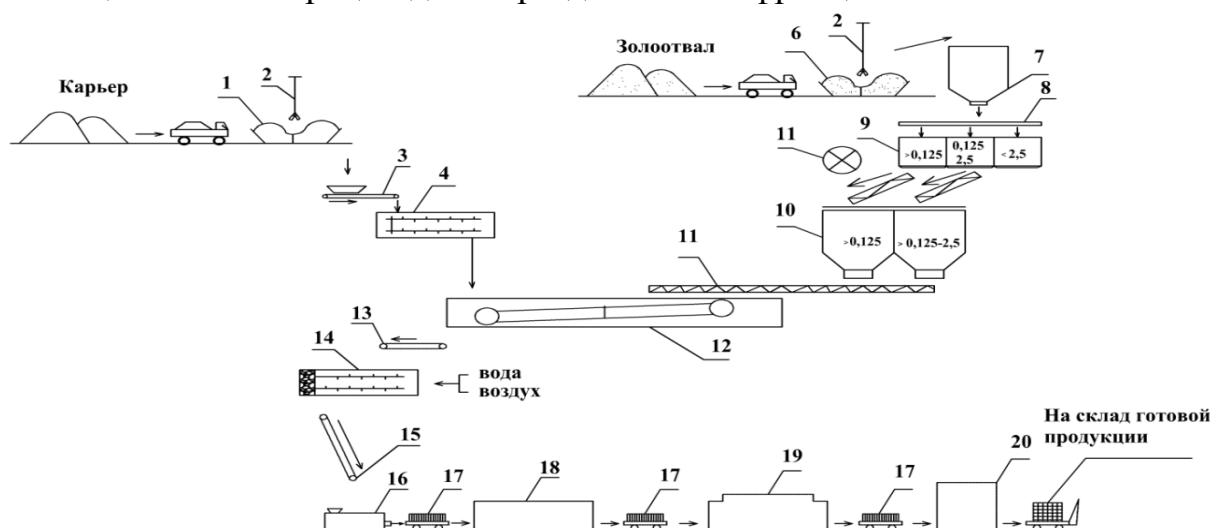


Рис. 1. Технологическая схема производства керамического кирпича с добавками золы ДТЭЦ-2:

1 – глинозапасник; 2 – грейферный кран; 3 - ящичный питатель с крутонаклонным транспортёром; 4 – глинорыхлитель; 5 - шнековый питатель; 6 – золозапасник; 7 - приёмный бункер; 8 - гравитационный сепаратор; 9 - отдельная фракция; 10 - бункер; 11 - шаровая мельница; 12 - мокрый помол; 13 - система конвейеров и питателей; 14 – смеситель-увлажнитель; 15 - ленточный конвейер; 16 - шнековый вакуумный пресс; 17 – транспортирование; 18 - сушка кирпича в естественных условиях на площадке производства; 19 - туннельная печь для обжига; 20 - сортировка кирпича

Также была рассчитана технико-экономическая эффективность производства на примере ЗАО «Строй форс» мощностью 4 млн. шт. условного кирпича/год с добавкой золошлаковой смеси. Таким образом, в результате реализации данного предложения экономия производства с учетом расхода глины и эколого-экономического эффекта технологии составит 1679,2 сомони/год.

Литература:

1. Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, М.М. Сафаров, Х.Ш. Гулахмадов Отходы Душанбинской ТЭЦ-2 – сырьё для производства строительных материалов. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. -2018. -№1(41). -С. 290-299.
2. Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, М.М. Сафаров. Исследование радиационной безопасности золы-уноса ТЭЦ-2 города Душанбе в строительных материалах. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2018. -№4. -С. 157-159.

УДК 666.72:658.567

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ДОБАВКАМИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ДУШАНБИНСКОЙ ТЭЦ-2

Насруллоев Ф.Х., доктор PhD;

Сафаров М.М., доктор технических наук, профессор;

Тагоев С.А., кандидат технических наук, доцент

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: Работа посвящена исследованию физико-механических свойств строительных материалов с добавками золошлаковых отходов Душанбинской ТЭЦ-2. Приведены результаты опытов по физико-механическим свойствам золо-кирпича образцов в зависимости от концентрации золы. Установлены оптимальные концентрации золы для наибольшей прочности строительных материалов.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, строительные материалы, физико-механические свойства, прочность.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONSTRUCTION MATERIALS WITH ASH AND SLAG WASTE ADDITIVES ON DUSHANBE THERMAL POWER PLANT 2

Nasrulloev F.Kh., Doctor PhD;

Safarov M.M., Doctor of Technical Sciences, Professor;

Tagoyev S.A., candidate of technical sciences, associate professor

Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract: The work is devoted to the study of the physical and mechanical properties of building materials with the addition of ash and slag wastes of the Dushanbe thermal power plant 2. The results of experiments on the physical and mechanical properties of ash brick samples depending on the ash concentration are presented. The optimum ash concentration for the highest strength of building materials has been determined.

Keywords: ash and slag waste, construction materials, mechanical properties, durability.

Одной из важных экологических проблем при повышении эффективности производства энергии на Душанбинской ТЭЦ-2 является утилизация отходов сжигания углей. Уголь следует рассматривать не только как топливо, но и как сложное комплексное ископаемое, которое в процессе сжигания образует весьма ценное вторичное минеральное сырье.

Внедрение качественно важных и с энергетической точки зрения эффективных строительных материалов, а также технологий производства этих мате-

риалов с применением техногенного сырья золошлаковых отходов ТЭЦ считается наиболее важным направлением в строительной промышленности. Однако применение в производственном процессе золошлаковых отходов ТЭЦ в Таджикистане, в отличие от развитых стран, на сегодняшний день отстает значительно. Поэтому в последние годы при работе Душанбинской ТЭЦ-2 стала актуальной проблема утилизации золошлаковых отходов.

Один из наиболее очевидных путей решения данной проблемы – использование золы для производства силикатного и керамического кирпича, производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей и других строительных материалов. Разработка технологии производства качественного сырья путем утилизации отходов на ТЭЦ, а также на его основе разработка технологии производства материалов для строительной отрасли, которая позволяет получить высококачественный строительный материал, обладающий высокими и в то же время стабильными техническими и строительными свойствами, выходит на качественно новый уровень с практической точки зрения, что несомненно является актуальной проблемой.

Физико-механические испытания образцов керамического кирпича на основе золы-уноса ДТЭЦ-2 были проведены в соответствии с требованиями, предъявленными ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Технические условия». Испытания образцов кирпича проводились по ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».

В работе использовались: глина месторождения Вахдатского района, в качестве добавок – зола ДТЭЦ-2 и угли Зиддиского месторождения. Предварительно глина и угли подвергались дроблению и перемешиванию. Добавки вводились в количестве: золы - 3,2; 6,4; 10 и 20%, угля - 1,8; 3,2; 5 и 20% от массы глины. Формовались образцы керамического кирпича размером 248×120×64 мм, которые до технологического процесса обжига ($t_{\text{ср}}=900^{\circ}\text{C}$) твердели в нормальных. В качестве контроля использовался ПЦ М400 Д 20. В соответствии с требованиями по ГОСТ 8462 определяли предел прочности кирпича на сжатие и изгиб. Опыты на прочность осуществлялись при раздавливании на прессе ПСУ-250 с точностью до 0,1 МПа.

Предел прочности испытываемых образцов на сжатие определяли по результатам пяти опытов как среднеарифметическое значение (табл. 1). По полученным данным была построена зависимость прочности золо-керамического кирпича от состава смеси (рис. 1). Результаты показывают, что активация смеси при 3,2 и 6,4% содержании состава керамического кирпича обеспечивает прочность материала, равную 97,43 - 103,69 кгс/см², что согласно требованиям п. 5.2.3. таблицы 7 ГОСТ 530-2012 кирпич соответствует марке М100.

Таблица 1

Физико-механические свойства кирпича

№	Содержание компонента кирпича, %	Размеры и правильность формы кирпича, мм	Средний предел прочности, кгс/см ²	Средний предел изгиба, кгс/см ²	Плотность, кг/м ³
1.	Глина - 100%	249,3x120x63	95,54	35,10	1465
2.	Глина - 95% Уголь - 1,8% Зола - 3,2%	249,3x120x64	97,43	35,08	1465
3.	Глина - 90,4% Уголь - 3,2% Зола - 6,4%	248,6x121x62	103,69	37,44	1488
4.	Глина - 85% Уголь - 5% Зола - 10%	248,6x120x63	74,85	23,04	1460
5.	Глина - 80% Зола - 20%	248x120x67	75,11	35,14	1476

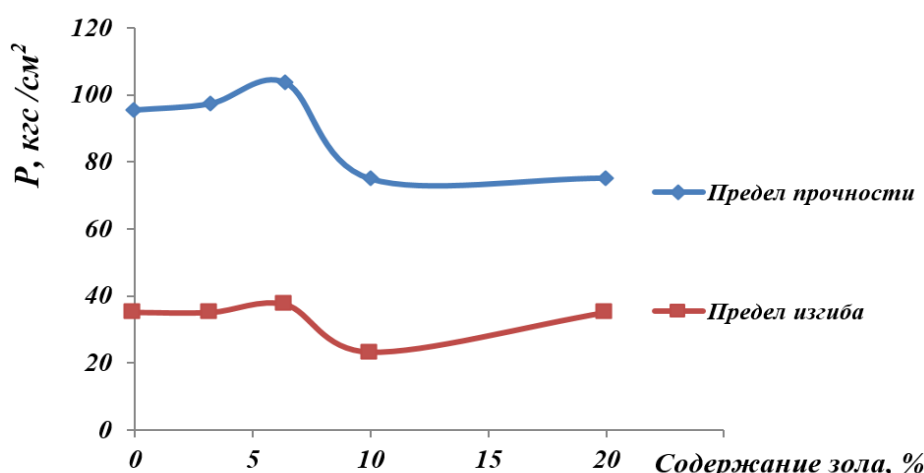


Рис. 1. Зависимость прочности и изгиба золокерамического кирпича от содержания золы

На втором этапе исследования образцы керамического кирпича размером 248×120×64 мм до технологического процесса обжига твердели в нормальных условиях, затем выдерживали при различных температурах 700, 800, 900 и 1000 °С и до полного остывания в течение 24 часов охлаждали. После этого полученный материал был проанализирован на прочность при сжатии и на водопоглощительную способность в соответствии с разными температурами, при которых проводился обжиг. Все данные исследования сведены в таблицу 2.

Таблица 2

**Характеристики кирпича из керамики при различном содержании золы
и разных температурах обжига**

Содержание золы в глине, %	Водопоглощение, %				Предел прочности при сжатии, кг/см ²			
	Температура, °С				Температура, °С			
	700	800	900	1000	700	800	900	1000
0	18	15	14,5	13,2	58	75	95,8	98,2
5	18,5	19,8	22,5	18,2	67	85,1	97,8	101
15	18,9	18,0	17,3	15,6	75	89,7	81,2	84,7
20	19,3	21,6	18,3	16,7	65,4	87,3	75,2	85,4

Определяли прочность бетонов согласно ГОСТ 10180-2012 и ГОСТ 30744-2001 в требуемом возрасте. При испытании образцов увеличивали нагрузку равномерно со скоростью $0,2 \pm 0,6$ МПа в секунду. За предел прочности при сжатии принимали среднеарифметическое значение трех образцов.

Компоненты были выбраны в следующем соотношении: зола 5-20%; песок 19,5-24,3%, щебень – 46,6%; цемент – 19,3%. Для данного соотношения необходимое количество воды составило 9-10%. Физико-механическим испытаниям приготовленные образцы подвергались после 7 и 24 суток выдержки на прессе П-125. Результаты испытаний приведены на рисунках 2.

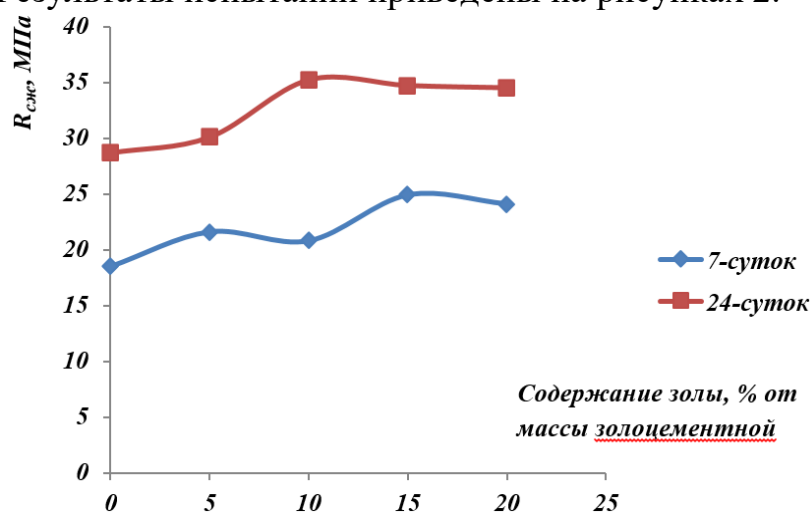


Рис. 2. Прочность золобетонной композиции на сжатие

В результате испытаний было установлено, что, используя способ заливки и естественное затвердевание цементной смеси на основе золы при семисуточной выдержке образцов, их прочность при сжатии составляет 18-24 МПа, а при 24 сутках выдержки этот показатель колеблется от 28 до 35 МПа, тем самым соответствует бетону марки В 22,5 (М 300) и В25 (М 350).

Установлено, что наибольшая прочность керамического кирпича достигается при температуре обжига более 900°С, а также при введении добавок золы до 5-7%, обеспечивая прочность материала, равную 97,4-103,6 кгс/см² и изгибе 35,08-37,4 кгс/см². Согласно требованиям п. 5.2.3 таблицы 7, ГОСТ 530-2012 кирпич соответствует марке М100. При высоком содержании золы (более 10 и

20%) образец не отвечает требованиям ГОСТа 530-2012 по качеству кирпича. Оптимальное количество добавки золы в цементный раствор составляет 10-20%. При этом прочность цементного камня возрастает в 10%. При 28 сутках выдержки прочность образцов колеблется от 28 до 35МПа, что соответствует бетону марки В22,5 (М300) и В25 (М350).

Литература:

1. Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Сафаров Разработка состава смеси на основе золы-уноса Душанбинской ТЭЦ-2 как основного компонента для получения золобетонной смеси. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2018. -№2. -С. 87-92.

УДК 628.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Хабибрахманова А.И.¹, старший преподаватель;
Шулаев М.В.², доктор технических наук, профессор;
Югина Н.А.³, соискатель

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
(г. Казань, Российская Федерация)

^{2,3} ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», (г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Проведен анализ влияния гуминового препарата и препарата Мелафен на процесс биологической очистки сточных вод в анаэробных условиях. Показано, что опытная система способствовала более высокой очистке сточных вод на 5,2-10,9 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: биологически активные вещества, гуминовый препарат, мелафен, анаэробные микроорганизмы.

INVESTIGATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON WASTEWATER TREATMENT PROCESS UNDER ANAEROBIC CONDITIONS

Khabibrakhmanova A.I. ¹, Senior Lecturer;
Shulaev M.V. ², doctor of technical Sciences, Professor;
Yugina N.A. ³, applicant

Abstract: The analysis of the effect of the humic preparation and the Melafen preparation on the process of biological wastewater treatment under anaerobic conditions was carried out. It is shown that the experimental system contributed to a higher wastewater treatment by 5.2-10.9% compared to the control.

Keyword: biologically active substances, humic preparation, melaphene, anaerobic microorganisms.

Технология анаэробной обработки сточных вод в настоящее время интенсивно развивается, что связано с желанием создать компактные и эффективные сооружения, которые бы отличались надежностью и гибкостью работы. Данные биологические сооружения обеспечивают эффективную очистку в предельно широком диапазоне концентраций загрязняющих веществ, однако при этом часто очищенные воды требуют доочистки для достижения норм сброса в водоемы.

Тем не менее, использование анаэробных биореакторов в химическом производстве ограничено, что связано с непостоянством состава, наличием ксенобиотиков, токсичных веществ и тяжелых металлов в сточных водах данных производств, что оказывает негативное влияние на биоценоз анаэробного ила.

Поэтому актуальным остается вопрос интенсификации процесса биологической очистки в анаэробных условиях.

Широкое внимание получило направление совершенствования биохимических технологий, основанное на применении биологически активных веществ (БАВ).

При внесении БАВ в биохимический процесс даже в малых дозах увеличивается скорость роста микроорганизмов и повышается интенсивность анаэробной деструкции. Тем самым увеличивается эффективность и качество очистки сточных вод.

В данной работе представлена динамика биологической очистки высококонцентрированных сточных вод ПАО «Казаньоргсинтез» при внесении гуминового препарата и препарата мелафен в анаэробных условиях.

В рассматриваемом эксперименте в качестве объектов исследований выступали смешанная популяция микробных организмов в составе анаэробного ила, которые получен на основе активного ила ПАО «Казаньоргсинтез». Процесс подготовки биоценоза активного ила для применения в анаэробных условиях заключался в сбраживании ила при температуре 37–38 °С в течение 4-5 недель.

Мелафен – это меламинавая соль бис(оксиметил)фосфиновой кислоты. Препарат высокоэффективен и обладает обширным спектром воздействия при сверхнизких используемых концентрациях. На сегодняшний день мелафен является одним из наиболее доступных препаратов в своем сегменте. Препарат «Мелафен» не обладает пероральной токсичностью, острой ингаляционной токсичностью и кумулятивными свойствами. Препарат мелафен относится к IV классу - вещества малоопасные [1].

Гуминовые препараты (ГОСТ Р 54221-2010) - это жидкие, пастообразные и твердые вещества природного происхождения, полученные из бурых и окисленных каменных углей с помощью щелочной обработки. Гуминовые вещества обладают насыщенным полиморфным строением, что и объясняет широкий спектр разнообразного положительного влияния гуминовых кислот. Согласно литературным данным, в частности автора Перминовой И.В. [2] гуминовые

препараты не проявляют тератогенных, мутагенных, эмбриотоксических и канцерогенных свойств, гуминовый препарат относят к IV классу - вещества мало-опасные.

Ранее были проведены ряд экспериментов, указывающих на возможность применения перечисленных выше препаратов для стимуляции роста биоценоза микроорганизмов анаэробного ила [3, 4]. Полученные данные позволяют предположить положительное влияние данных препаратов на интенсификацию процесса биологической очистки сточных вод.

Проведена серия экспериментов в динамических условиях, с постоянным начальным значением ХПК 3800 мгО/дм³ и временем проведения процесса 120 ч, анализ сточной воды проводился каждые 12 ч. Результаты экспериментов приведены в таблице 1, рисунке 1.

Таблица 1

Динамика процесса биоочистки высококонцентрированных стоков при внесении гуминового препарата и мелафена (опыт) и в отсутствии препаратов (контроль)

Время, ч	Опыт			Контроль		
	ХПК, мгО/дм ³	рН	Степень очистки, %	ХПК, мгО/дм ³	рН	Степень очистки, %
1	2	3	4	5	6	7
12	2050	7,98	46,6	1970	7,76	48,7
24	1430	7,97	62,8	1150	7,76	70,1
36	2750	7,97	28,4	2800	7,84	27,1
48	2900	7,55	24,5	3320	7,67	13,5
60	1280	8,26	66,7	1510	8,4	60,7
72	1600	8,12	58,3	1800	8,29	53,1
84	1190	8,19	69,0	1420	8,14	63,0
96	1570	6,99	59,1	1910	7,59	50,3
108	1430	7,94	62,8	1740	8,11	54,7
120	900	6,79	76,6	1120	7,58	70,8

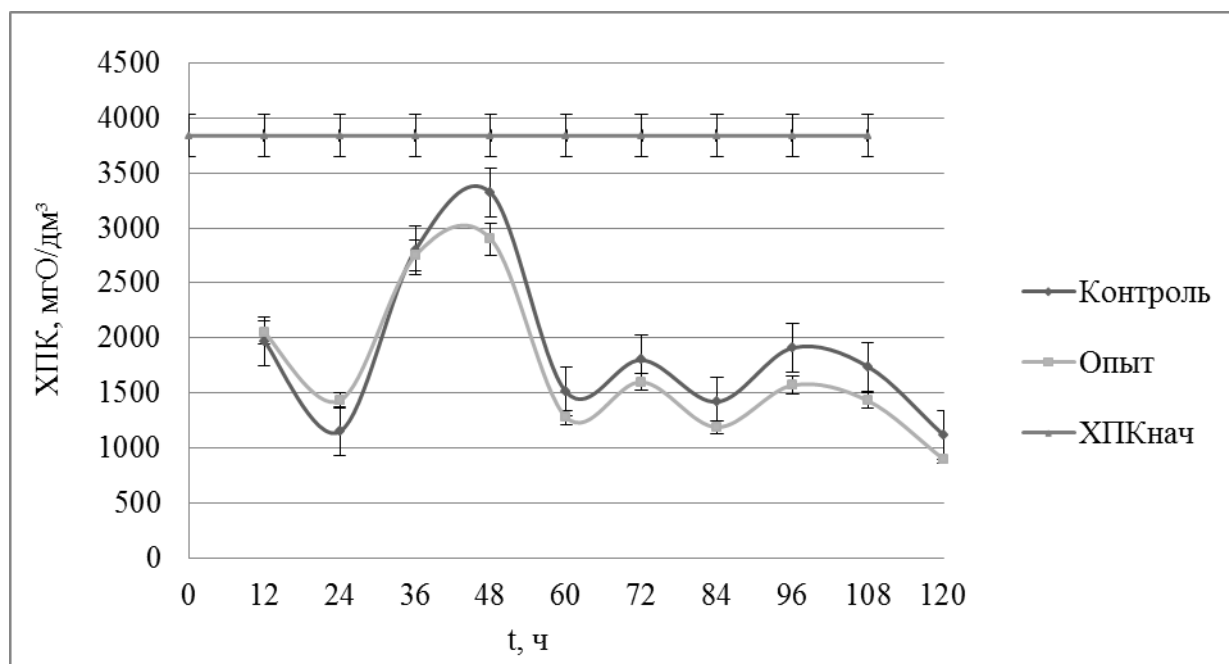


Рис. 1. Динамика изменения значений ХПК при биологической очистке высококонцентрированных сточных вод при внесении гуминового препарата и препарата мелафен (опыт) и без внесения препаратов (контроль)

Как показали результаты эксперимента, представленные на рисунке 1, начиная с 36 ч суток и до завершения эксперимента, опытная система способствовала более высокой очистке сточных вод на 5,2–10,9 % по сравнению с контролем. Повышение концентрации загрязняющих веществ на 36–48 ч эксперимента может быть обусловлено со снижением pH среды ближе к нейтральным. Можно предположить, что в эти часы происходило изменение биоценоза анаэробного ила, где в процессе участвовали различные группы микроорганизмов. Снижение pH может быть объяснено развитием кислотогенов, метаболитами которых являются органические кислоты. С 60 ч опытная и контрольная системы вышли на стабильный режим работы, при котором значение ХПК для опытной системы составил в среднем 1330 мгО/дм³, для контрольной системы 1580 мгО/дм³, что составляет в среднем степень очистки 65,4% и 58,8% соответственно. Дальнейшее повышение pH до слабощелочных значений может быть связано с развитием ацетогенов, что видно по таблице 1 и рисунку 1.

К концу эксперимента применение препаратов снизило ХПК до норм допустимых значений приема сточной воды на аэробную очистку – 900 мгО/дм³, степень очистки составил 76,6 %, что указывает на возможность применения препаратов для локальной очистки высококонцентрированных сточных вод.

Литература:

1. Мелафен: механизм действия и области применения/ [под ред. С.Г.Фаттахова, В.В.Кузнецова, Н.В.Загоскина]. – Казань: ООО «Печать-Сервис-XXI век», 2014. – 408 с.

2. Перминова И.В. Гуминовые вещества - вызов химикам XXI века / И.В. Перминова // Химия и жизнь. – 2008. – №1. – С. 50–56.

3. Хисамова А.И. Анализ влияния биологически активных веществ на рост анаэробных микроорганизмов активного ила / А.И. Хисамова, Н.А. Югина, Е.О. Михайлова, М.В. Шулаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т.16. – № 10. – С. 201–203.

4. Khabibrakhmanova A.I. Influence of Biologically Active Substances on Wastewater Treatment Process / A.I. Khabibrakhmanova, N.A. Yugina, M.V. Shulaev // Materials Engineering and Technologies for Production and Processing III. – 2017. – V. 265. – P. 879–884.

УДК 338.45.66: 62-784.43

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОСУЛЬФИТА НАТРИЯ

Хуснутдинова Э.М., соискатель,

Николаева Л.А., доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В работе предлагается производить очистку газовых выбросов от диоксида серы адсорбционным методом. Рассчитаны режимные и конструкционные параметры адсорбера. Предложена модернизация схемы очистки газовых выбросов линии производства гидросульфита натрия химического завода.

Ключевые слова: диоксид серы, карбонатный шлам, адсорбция, гранулированный сорбционный материал, гидросульфит натрия.

ADSORPTION TREATMENT OF GAS EMISSIONS FROM SULFUR DIOXIDE ON THE EXAMPLE OF THE PRODUCTION OF SODIUM HYDROSULFITE

Khusnutdinova E. M., applicant,

Nikolaeva L.A., doctor of technical sciences, associate professor

Kazan state power engineering University

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The paper proposes to purify gas emissions from sulfur dioxide by the adsorption method. The operating and design parameters of the adsorber have been calculated. The modernization of the scheme for the purification of gas emissions from the sodium hydrosulfite production line of the chemical plant.

Keywords: sulfur dioxide, carbonate sludge, adsorption, granular sorption material, sodium hydrosulfite.

На предприятиях химического производства образуется значительное ко-

личество газовых выбросов (ГВ) загрязняющих атмосферный воздух. Одним из опасных ГВ является диоксид серы. Он токсичен, входит в Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды (по распоряжению от 8.07.2015г. № 1316-р). Поступающий в атмосферу SO_2 взаимодействует с парами воды образуя капельки серной кислоты, что способствует формированию кислотных дождей. Общемировой выброс SO_2 оценивается в 190 млн тонн в год [1].

В последнее время все более активно проводится разработка методов снижения экологической нагрузки на окружающую среду с помощью использования отходов производства. Таким многотоннажным отходом производства является карбонатный шлам химводоочистки природной воды. Согласно распоряжения Правительства РФ №84-р от 25.01.2018 «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» организация упорядоченного обращения отходов производства и потребления превратилась в последние годы в одну из наиболее острых экологических проблем России.

Методы очистки промышленных газов от диоксида серы подразделяются на: абсорбционный, каталитический, биохимический и адсорбционный. Одним из эффективных способов очистки газовых выбросов является их адсорбция на пористых материалах. Адсорбционный метод является одним из распространенных в промышленности способов очистки газов, обеспечивающий содержание вредных веществ в уходящих газах на уровне нормативов удельных выбросов в атмосферу. Данный метод является экономически выгодным при концентрации примесей в газах более $2\text{--}5 \text{ мг/м}^3$.

Сорбенты из промышленных отходов характеризуются высокой стоимостью, достигающей несколько сотен тысяч рублей за тонну. Поэтому, разработка новых сорбционных материалов на основе отходов производства для очистки газовых выбросов, является актуальной задачей. Таким отходом производства является карбонатный шлам химводоочистки Казанской ТЭЦ-1. При использовании карбонатного шлама в качестве поглотителя вредных веществ решается комплекс задач: очистка газовых выбросов, ресурсосбережение, утилизация, переработка и использование отхода. Поэтому применение отходов производства при очистке газовых выбросов промышленных предприятий имеет научную и практическую значимость.

В технологиях очистки газовых выбросов промышленных предприятий применяют адсорберы с зернистой загрузкой. Поэтому для уменьшения гидравлического сопротивления в слое, через который пропускаются газовые выбросы адсорбент изготавливают в вид гранул.

Для получения гранул мелкодисперсный шлам с размером частиц от 0,01 до 0,09 мм смешивается с жидким натриевым стеклом при массовом и объемном соотношении 2:1, соответственно. Данное соотношение подобрано экспериментальным путем [2]. Новый гранулированный сорбционный материал на основе карбонатного шлама ХВО получил аббревиатуру ГРСМ. Гранулы ГРСМ

имеют размер 1-3,5 мм, характеризуются прочностью на истирание – 78%, средней гидрофильностью.

Для исследования сорбционных свойств ГРСМ в газовой среде, приближенной по составу к ГВ, использовалась, созданная на кафедре «Технология воды и топлива» Казанского государственного энергетического университета, модельная установка с неподвижным слоем ГРСМ.

Основные результаты исследований гранулированного сорбционного материала могут быть получены с помощью изотермы сорбции – зависимости сорбционной емкости A от изменения концентрации SO_2 , которая представлена на рисунке 1. Изотерма адсорбции соответствует изотерме Ленгмюра L-типа. Выпуклая форма изотермы подтверждает эффективную физическую адсорбцию.

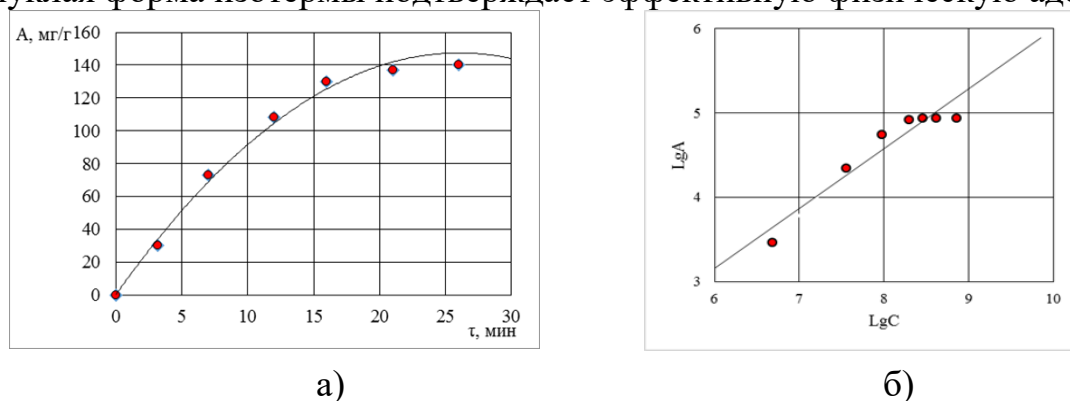


Рис. 1. Изотерма адсорбции SO_2 гранулированным сорбционным материалом (а) и ее вид в логарифмических координатах (б)

Технологические характеристики полученного ГРСМ имеют следующие параметры: адсорбционная емкость по SO_2 – 140 мг/г, суммарный объем пор – 0,450 см³/г, удельная поверхность – 720 м²/кг, прочность на истирание – 78%. Эффективность очистки от SO_2 до 99,9 %.

Гранулированный сорбционный материал имеет высокую пористость, что особенно важно при использовании его адсорбционных свойств в режиме пропускания газа. Низкая стоимость ГРСМ на основе шлама химводоочистки, доступность, возможность регенерации, позволяют его использовать для очистки газовых выбросов с минимальными затратами и наибольшей эффективностью.

На базе проведенных исследований рассчитан адсорбер периодического действия, имеющий следующие показатели (таблица 1):

Таблица 1

Показатель	Значение
Объем газовой смеси, м ³	3807
Концентрация диоксида серы, %	0,9
Высота слоя ГРСМ, м	1,07
Диаметр, м	0,85
Количество ГРСМ на одну загрузку, кг	340
Продолжительность адсорбции, ч	8,4
Продолжительность десорбции, ч	4,5

Показатели адсорбера периодического действия

Рассчитанный адсорбер может быть использован при модернизации существующей технологической схемы очистки газовых выбросов от SO_2 линии производства гидросульфита натрия на АО «Химический завод им. Л.Я. Карпова» (Рис. 2).

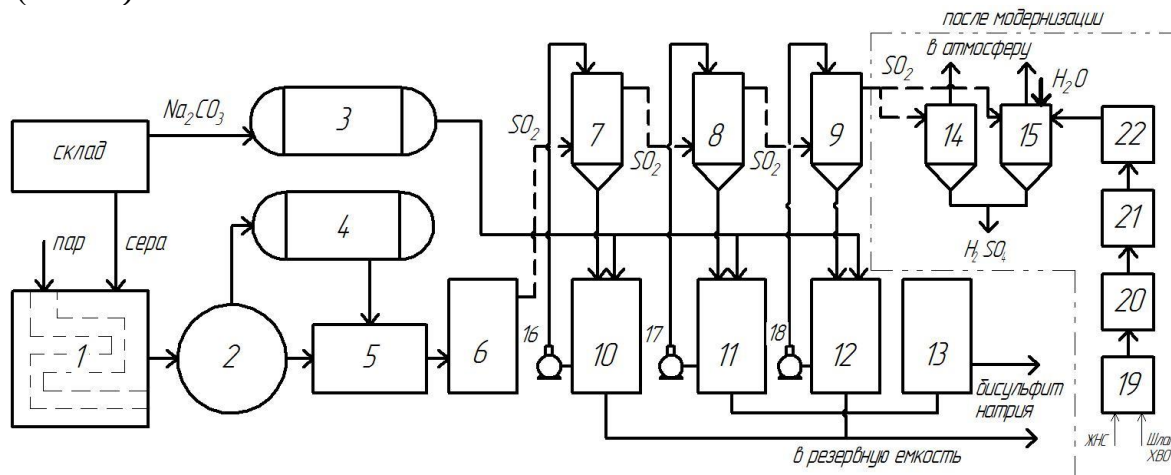


Рис. 2. Технологическая схема процесса производства гидросульфита натрия с производством ГРСМ и регенерацией

1 – плавилка серы; 2 – отстойник; 3 – напорная емкость содового раствора; 4 – напорная ёмкость сернистого газа; 5 – циклонная печь; 6 – башня охлаждения; 7 – абсорбер I ступени; 8 – абсорбер II ступени; 9 – абсорбер III ступени; 10 – циркуляционный сборник; 11 – циркуляционный бисульфитный сборник; 12 – санитарный сборник; 13 – сборник готовой продукции; 14,15 – брызгоуловитель; 16, 17, 18 – центробежный насос; 19 – смеситель-гранулятор, 20 – муфельная печь, 21– бункер охлаждения и хранения готового сорбента, 22–бункер подачи сорбента.

Предложенная модернизация технологии производства гидросульфита натрия (NaHSO_3) может снизить оказывающее неблагоприятное воздействие на окружающую среду, так как при его производстве выбросы в атмосферу SO_2 составляют порядка 325 т/г.

Экологический эффект от модернизации технологической схемы очистки газовых выбросов от SO_2 линии производства гидросульфита натрия на АО «Химический завод им. Л.Я. Карпова» составит 2,9 тыс.руб/год. Стоимость ГРСМ 13 тыс. руб./т. Стоимость очистки газовых выбросов от диоксида серы при использовании ГРСМ – 6,76 руб./м³. Экономия средств за счет произведенной серной кислоты для собственных нужд составит 198 тыс. руб./год.

Литература:

1. Денисова В.В. Промышленная экология: Учебное пособие. Ростов на дону. 2-е изд., 2011. 720 с.
2. Семакина О.К., Якушева Ю.С., Шевченко А.А. Выбор способа гранулирования адсорбентов из отходов производства // Фундаментальные исследования. 2013. №8-3. С. 720-725.

УДК: 628.31

ПРИМЕНЕНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ПРИ МЕМБРАННОМ РАЗДЕЛЕНИИ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Шайхиев И.Г., доктор технических наук, доцент;
Дряхлов В.О., кандидат технических наук, доцент;
Алексеева М.Ю., инженер;

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: рассмотрены источники образования водонефтяных эмульсий. Показано негативное влияние углеводородов на окружающую среду. Предложен мембранный метод очистки. Для интенсификации мембранного разделения проведена обработка мембран униполярным коронным разрядом.

Ключевые слова: водонефтяная эмульсия, мембраны, коронный разряд

APPLICATION OF CORONA DISCHARGE IN MEMBRANE SEPARATION OF WATER-OIL EMULSIONS

Shaikhiev I.G., doctor of technical science, associate professor;
Dryakhlov V.O., candidate of technical science, associate professor;
Alekseeva M.Yu., engineer;
Kazan National Research Technological University
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The sources of the formation of water-oil emulsions are considered. The negative impact of hydrocarbons on the environment is shown. A membrane purification method is proposed. To intensify membrane separation, the membranes were treated with a unipolar corona discharge.

Keywords: oil-water emulsion, membranes, corona discharge

Водонефтяные эмульсии (ВНЭ) образуются при добыче, хранении, транспортировке и переработке нефти. При поступлении в открытые водоемы, почву, подземные водоносные горизонты углеводороды нарушают ход естественных биохимических процессов, вызывая гибель флоры и фауны озер, рек и морей, снижают плодородие почвы.

В практике очистки рассматриваемых отходов применяют различные механические, физико-химические и биологические методы. Применение инновационных процессов при реализации традиционных технологий способно значительно повысить их эффективность. Обработка плазмой тлеющего разряда полимерных мембран способствует их модификации и, как следствие, повышению интенсивности мембранного разделения водомасляных эмульсий [1-4]. Данное обстоятельство является основанием для интенсификации разделения ВНЭ полимерными мембранами, обработанными плазмой униполярного ко-

ронного разряда.

Для эксперимента приготовлена 3% ВНЭ на основе нефти девонских отложений Тумутукского месторождения (Республика Татарстан). В качестве мембран использовали плоские круглые фильтр-элементы с площадью поверхности $0,0017 \text{ м}^2$ с массой отсекаемых частиц 60 кДа, выполненные из полиакрилонитрила. Обработку мембран в коронном разряде проводили следующим образом: с помощью генератора высокого напряжения на коронирующий электрод подавали напряжение $U = 5, 10$ или 15 кВ отрицательной полярности. Эксперименты проведены с использованием лабораторного ультрафильтрационного модуля. Эффективность оценена по изменению показателя химического потребления кислорода (ХПК) до и после разделения эмульсии. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

ХПК ВНЭ

Анодное напряжение (U), кВ	ХПК, мгО/дм ³		
	Время, (τ), с		
	30	60	90
5	423	700	607
10	700	700	700
15	975	975	1159
Исходная мембрана	778		
Водонефтяная эмульсия	20253		

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, фильтраты, полученные при разделении 3 % ВНЭ мембранами, обработанными в коронном разряде при $U = 5$ и 10 кВ , имеют значения ХПК меньше, чем показатель, полученный при разделении эмульсии с использованием исходной мембраны (778 мгО/дм^3). Кроме того, наблюдается следующая тенденция – с повышением напряжения коронирования, значения ХПК увеличиваются. Обработка мембран при $U = 15 \text{ кВ}$ приводит к тому, что значения ХПК фильтратов, полученных при разделении эмульсии с этими мембранами, выше, чем показатель при прохождении раствора через исходную мембрану. Наименьшее значение ХПК (423 мгО/дм^3) имеет фильтрат, полученный при разделении эмульсии с использованием мембраны, подвергнутой обработке в коронном разряде при $U = 5 \text{ кВ}$ в течение 30 с. Таким образом, эффективность разделения ВНЭ с использованием исходной и модифицированной мембраны составила 96,1 и 97,9 %, соответственно, что является предпосылкой для повышения эффективности мембранного разделения эмульсий нефти и, соответственно, снижения антропогенной нагрузки.

Литература:

1. Шайхиев И.Г. Влияние параметров униполярного коронного разряда на селективность и производительность разделения водомасляной эмульсии полисульфонамидными мембранами / И.Г. Шайхиев, Г.Ш. Сафина, М.Ю. Алексеева, В.О. Дряхлов, А.А. Гужова // Вестник Технологического университета. 2016. Т.

19. № 5. С. 89-92.

2. Федотова А.В. Интенсификация разделения водомасляной эмульсии с использованием полисульфонамидных мембран, модифицированных ВЧ плазмой пониженного давления / А.В. Федотова, И.Г. Шайхиев, В.О. Дряхлов, И.Р. Низамеев, И.Ш. Абдуллин // Мембраны и мембранные технологии. 2017. Т. 7. № 1. С. 50-56.

3. Фаизов А.А. Разделение водонефтяных эмульсий с использованием мембранных фильтров / А.А. Фаизов, В.О. Дряхлов, Д.Д. Фазуллин, Г.Г. Ягафрова, Д.И. Ягафарова // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 24. С. 136-138.

4. Алексеева М.Ю. Интенсификация разделения водомасляной эмульсии с использованием полисульфонамидных мембран, обработанных униполярным коронным разрядом / М.Ю. Алексеева, В.О. Дряхлов, М.Ф. Галиханов, И.Р. Низамеев, И.Г. Шайхиев // Мембраны и мембранные технологии. 2018. Т. 8. № 1. С. 59-65.

УДК 621.22

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Шайхутдинова Л.Р., обучающийся;

Смирнова С.В., кандидат технических наук, доцент;

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: На сегодня получение электроэнергии экологически чистым путем является актуальной проблемой. Ее можно решить путем использования гидроэнергетической установки малых габаритов, структурная схема которой описывается в данной статье.

Ключевые слова: электроэнергия, гидроэнергетическая установка, экологическая система.

CONCEPT OF CONSTRUCTION OF A HYDROPOWER PLANT WITH PIEZOELECTRIC CONVERTERS

Shaikhutdinova L.R., student;

Smirnova S.V., candidate of technical sciences, associate professor;

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: Today, generating electricity in an environmentally friendly way is an urgent problem. It can be solved by using a small-sized hydropower plant, the structural

diagram of which is described in this article.

Keywords: electricity, hydropower plant, ecological system.

Уже более века гидроэлектростанции вырабатывают электроэнергию по конкурентоспособным ценам. Гидроэнергетика является выгодным в финансовом отношении и надежным источником электроэнергии [3] по следующим причинам: во-первых, из-за высокого уровня эксплуатационной готовности и надежности электроснабжения, во-вторых, из-за постоянного повышения цен на топливо. Гидроэлектростанции вносят значительный вклад в стабильность работы сетей электроснабжения, поскольку способны накапливать энергию и обеспечивать быструю подачу тока по мере. Кроме того, установка этого типа снижает риски, связанные с зависимостью от импорта энергии. Гидроэнергетика позволяет обеспечить базу для регионального экономического развития в районах без развитой системы.

Резкие изменения гидрологического режима рек, серьезные изменения устоявшихся экологических систем – все это негативное воздействие строительства гидроэлектростанций (ГЭС) на водные объекты (одна из самых острых экологических проблем современности). Нередко нарушаются естественные условия воспроизводства рыб, т.е. наносится вред водным биоресурсам вследствие сооружения различных гидроэнергетических установок (ГЭУ). Решением данной проблемы являются рациональный выбор места строительства и уменьшение габаритов установок, снижение больших потерь энергии механических приводов, а также увеличение КПД устройств. В результате соответствия ГЭС и ГЭУ данным условиям водным ресурсам будет нанесен наименьший ущерб.

Гидроэнергетическая установка [1] представляет собой водяной накопительный резервуар с напорным водоводом, в котором преобразователь энергии выполнен в виде гидродинамического излучателя пластинчатого типа, а перед излучателем установлен щелевой направляющий аппарат соосно пластинчатому излучателю, причем установка снабжена несколькими дополнительными последовательными щелевыми направляющими аппаратами с гидродинамическими излучателями пластинчатого типа, расположенными по напорному водоводу. Водяной накопительный резервуар имеет сужающийся канал, являющийся концентратором потока воды, выполненный в виде двух конфузорных отражателей. Попадая на лезвие излучателя, струя жидкости срывается и образует кавитационные вихри, которые пульсируя, движутся вниз по течению водовода, схлопываются и генерируют импульсы давлений. Эти импульсы воздействуют на пьезоэлементы, расставленные вдоль водовода за защитным эластичным покрытием и за счет прямого пьезоэлектрического эффекта снимается электрический потенциал.

На рис. 1 представлена структурная схема описываемой гидроэнергетической установки.

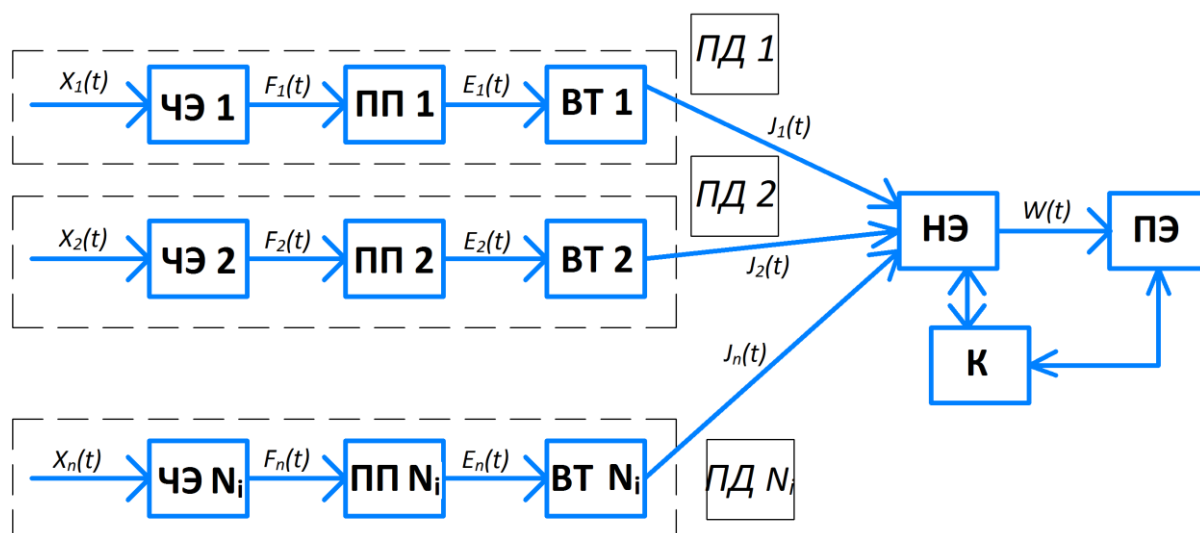


Рис. 1. Структурная схема гидроэнергетической установки

Выбранная ГЭУ содержит систему пьезоэлектрических датчиков (ПД), которые имеют следующие элементы: чувствительный элемент (ЧЭ), пьезоэлектрический преобразователь (ПП) и выпрямитель тока (ВТ).

Механическая энергия воды $x_i(t)$, (где $i=1,2,\dots,n$ соответствует номеру каждого канала преобразования, т.е. номеру пьезоэлектрического датчика), полученная от гидроэнергетической установки, поступает на чувствительный элемент (часть преобразовательного элемента СИ, первый элемент в измерительной цепи, находящийся под непосредственным воздействием измеряемой величины), зачастую изготавливаемый из пьезокерамики или титаната бария. ЧЭ преобразует механические колебания в дискретные силовые воздействия $F_i(t)$.

Силовые воздействия $F_i(t)$ поступают непосредственно на ПП, представляющий собой пластину из пьезокерамики, которая изготавливается из порошковых материалов – цирконата титаната свинца, ниобата свинца и т.д., иногда ПП оснащаются многослойными пьезоэлементами, состоящими из нескольких склеенных между собой пластин. Соответственно, по каждому воздействию $F_i(t)$ ПП вырабатывает электродвижущую силу $E_i(t)$, которая поступает на ВТ.

ВТ – это преобразователь электрической энергии; механическое, электровакуумное, полупроводниковое или другое устройство, предназначенное для преобразования входного электрического тока переменного направления в ток постоянного направления (то есть однонаправленный ток). ВТ (диод или же диодный мост) позволяет нам получить желаемый по величине и направлению ток $J_i(t)$.

Нужно иметь в виду, что поток воды оказывает разное влияние на каждый из пьезодатчиков, так как они отличаются расположением на гидроэнергетической установке. Следовательно, величины, преобразуемые разными каналами, имеют различные значения. Но все они поступают на накопитель энергии (НЭ).

Обычно НЭ – это некий аккумулятор или батарея, которые накапливают энергию $W_i(t)$, полученную от электрического тока, вырабатываемого ПД для дальнейшего ее использования. Для стабилизации выходного напряжения ПД

на заданном уровне используется обратная связь с контроллером (К), который обеспечивает согласование импеданса энергии, преобразованной ПД, с выходным импедансом потребителя энергии (ПЭ). Контроллеры заряда зачастую используются для защиты аккумуляторных батарей от глубокого разряда или перезаряда. Посредством обратной связи НЭ и контроллера получаем электроэнергию приемлемую для потребления.

Таким образом, использование предлагаемого устройства позволит увеличить генерируемый электрический ток без использования различных механических преобразователей.

Литература:

1. Гидроэнергетическая установка//Патент РФ № 183125. 2018. Бюл. №26. / Мингазетдинов И.Х., Бурова И.Д., Лисин Р.А., Сагель А.О., Смирнова С.В.

2. Немецкое энергетическое агентство Deutsche Energie Agentur GmbH (dena) Regenerative Energien (Сектор возобновляемых видов энергии), ««Зелёная энергетика» – уже сегодня, но с расчётом на завтра» // URL: www.renewables-made-in-germany.com

УДК 628.16.065.2

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ НА ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРАХ

Ширниех А.А., студент

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(г. Москва, Российская Федерация)

Аннотация: Вопрос повышения эффективности работы установки регулярно встает перед разработчиком, ведь это улучшение конечного результата и уменьшение затрат. В данной работе пойдет речь об интенсификации процесса фильтрации на зернистых фильтрах.

Ключевые слова: скорые фильтры, интенсификация, коагуляция.

INTENSIFICATION OF THE FILTERING PROCESS OF GRAIN FILTERS

Shirniekh A.A., the student

Moscow State Technical University named after N.E. Bauman
(National Research University)
Moscow, Russia

Abstract: The issue of increasing the efficiency of the installation regularly arises before the developer, because this is an improvement in the final result and a decrease in costs. In this paper, we will discuss the intensification of the filtration process on grain filters.

Keywords: rapid filters, intensification, coagulation.

Для интенсификации процесса фильтрования был проведен ряд экспериментов, качественным результатом работы которого служило значение такого органолептического параметра качества воды, как мутность. Все работы проводились на учебном лабораторном стенде, который представляет собой модель локальной очистной установки, включающей два скорых фильтра.

Первый эксперимент был направлен на изучение эффективности фильтровальной загрузки установки. Для проведения опыта была приготовлена модельная вода, в которой было размешано 10 грамм размолотого угля АГ-3. Оценка эффективности работы проводилась с использованием нефелометрии проб исходной (модельной) и очищенной воды, отбираемой из РЧВ. Процедура нефелометрии проводилась на турбидиметре НАСН 2100N. Для проведения процедуры нефелометрии была отобрана проба воды в кювету объемом 30 мл и произведены измерения, данные которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты нефелометрических измерений (в единицах NTU)

№ опыта	Исходная вода (до фильтрования)	Очищенная вода (после фильтрования)	Эффективность, %
1	32,2	10,9	66,1
2	30,3	11	63,7
3	33,5	11,3	66,3

Фильтровальные установки применяются повсеместно как первый этап очистки, они дешевые и просты в эксплуатации, улучшение эффективности работы загрузки позволят значительно улучшить эффективность водоочистных станций, снизив нагрузку на последующие ступени.

Второй эксперимент был направлен на интенсификацию процесса фильтрования с использованием коагулянта. Раствор коагулянта был подготовлен на основе 5% Аква-Аурат-18 ($Al_2(OH)_nCl_{6-n}$). Исходя из предварительных результатов наибольшую эффективность показала доза в 1 мл 5% раствора на 0,5 л модельной воды, поэтому такая же доза использовалась и в основном опыте. Результатом второго эксперимента стало значение средней эффективности в 88%. Таким образом, использование коагулянта в процессе фильтрования на зернистых загрузках способно увеличить ее эффективность на 22%

Однако использование коагулянта является не последним шагом к интенсификации фильтровальной установки [1]. Салмин С.М. в своей работе [2] разработал схему дозирования коагулянта в условиях комбинированного перемешивания в порах контактной загрузки и свободном объеме смесителя (рис. 1)

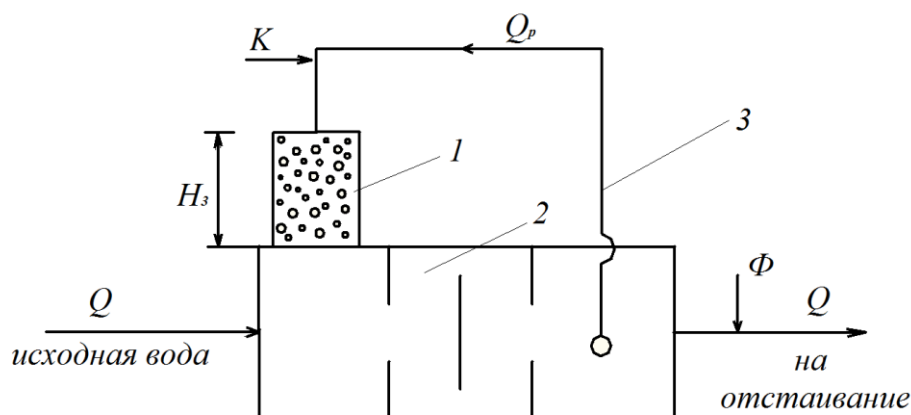


Рис. 1. Схема моделирования реагентной обработки, где 1 – контактная камера; 2 – гидравлический смеситель; 3 – контур рециркуляции; К и Ф – дозирование коагулянта и флокулянта; H_z – высота загрузки.

Эта схема принципиально отличается от стандартно принятого метода ввода доз коагулянта с перемешиванием в свободном объеме гидравлического смесителя. Введение необходимого объема коагулянта подразумевается в рециркуляционный контур, который составляет 7-10% от общей производительности установки и подается непосредственно перед контактной коагуляцией. Далее после загрузки раствор подается в гидравлический смеситель, где уже происходит процесс интенсивного перемешивания. Повышение эффекта осветления природной воды при использовании схемы с дозированием коагулянта в контур рецикла перед контактной крупнозернистой загрузкой после ее двухступенчатой очистки фильтрованием может быть определена по формуле (1):

$$\Delta\mathcal{E} = 1,12 * G^{0,17} * (t - 8,6)^{0,28} * \left(\frac{0,01}{d_z}\right)^{0,1} * \left(\frac{Q_p}{Q}\right)^{0,3} = 1,12 * 400^{0,17} * (128 - 8,6)^{0,28} * \left(\frac{0,01}{0,01}\right)^{0,1} * \left(\frac{0,0000056}{0,000056}\right)^{0,3} = 5,94 \% \quad (1)$$

где G – градиент скорости при перемешивании рециркуляционного потока в контактной загрузке, 400 с^{-1} ; t – время взаимодействия воды с загрузкой, 128 с; d_z – средний диаметр зерен однородной крупнозернистой загрузки, 0,01 м; Q – производительность установки, $0,000056 \text{ м}^3/\text{с}$; Q_p – расход воды на циркуляционный контур, принимаемый $0,1Q$.

Таким образом, использование коагулянта в условиях комбинированного перемешивания в порах контактной загрузки и свободном объеме смесителя способно увеличить эффективность зернистого фильтра до 30%, достигая значения в 95%, когда использование только загрузки способно достичь значения только в 65%.

Литература:

1. Бабенков, Е.Д. Влияние перемешивания воды на физические параметры коагулированной взвеси / Е.Д. Бабенков // Химия и технология воды. – 1980. – № 5. – т. 2.

2. Салмин С.М. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему: «Коагуляция примесей природных вод с использованием крупнозернистой контактной загрузки». ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», 2015 г.

УДК 628.3

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Штолина В.В., обучающийся;

Ксенофонтов Б.С., доктор технических наук, профессор, академик РЭА;
Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: В работе приведены экспериментальные исследования по повышению эффективности очистки жиросодержащих сточных вод с помощью реагентов, а также определение оптимальной дозы реагента.

Ключевые слова: Жиросодержащие сточные воды, пищевое производство, интенсификация реагентной обработки, оптимальная доза.

INTENSIFICATION OF REAGENT TREATMENT OF GREASY WASTEWATER

Shtolina V.V., the student;

Ksenofontov B.S., Doctor of Technical Sciences, professor, academician of REA;
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract: The paper presents experimental studies to improve the efficiency of cleaning greasy wastewater using reagents, as well as determining the optimal dose of the reagent.

Keywords: Fat-containing wastewater, food production, intensification of reagent treatment, optimal dose.

По мере развития пищевых производств в России возникает необходимость использования наиболее эффективных и технологичных систем очистки жиросодержащих сточных вод. Широко известный и давно применяемый на практике метод основан на процессе флотации с применением реагентов. Флотационная очистка жиросодержащих сточных вод может быть интенсифицирована путем использования различных реагентов, таких как коагулянты и флокулянты [1]. Количество загрязнений в жиросодержащих сточных водах стано-

вится все разнообразнее с каждым годом, именно поэтому очень важно подобрать наиболее эффективный реагент. Выбор его зависит от вида и количества загрязнений. Для решения задачи повышения эффективности очистки жиросодержащих сточных вод был проведен поиск реагентов из числа коагулянтов и флокулянтов.

За основу механизма очистки сточных вод в данном эксперименте был выбран процесс седиментации. Первые эксперименты проводились на модельных стоках – это был раствор жидкости (вода + льняное масло) в соотношении: на одну часть воды (20 мл) бралась одна десятая часть масла (2 мл). В чашки Петри помещался модельный сток и подбирался наиболее эффективный реагент. Под рассмотрение попали как коагулянты, так и флокулянты. Эффективность работы реагента оценивалась по площади капли масла, которая образовалась на поверхности стока. Чем больше капля, тем эффективнее работает реагент на данном виде стока. Это объясняется количеством соударений частиц загрязнений и реагента (коагулянта/флокулянта) [2].

При этом в самом начале был осуществлен подбор оптимальной дозы реагента, в ходе эксперимента при разных дозах отслеживали, когда перестанет изменяться мутность сточной воды. Мутность сточной воды измерялась с помощью лабораторного мутномера (турбидиметра) модели HACH 2100N TURBIDIMETR. По полученным измерениям строился график зависимости мутности сточной воды от объема дозы реагента, и когда показатель мутности в единицах NTU переставал изменять свое значение при увеличении дозы реагента, то данное значение считалась оптимальной дозой. Эффективность очистки определялась по мутности воды, отстоянной в течение 20 минут.

В качестве первого реагента использовался коагулянт «Аква-аурат 30». Мутность сточной воды без добавления реагента составила 36,9 NTU, а мутность сточной воды после добавления реагента - 5,52 NTU. В качестве второго реагента использовался флокулянт №8105. Мутность сточной воды без добавления реагента составила 37,3 NTU, а мутность сточной воды после добавления реагента - 1,51 NTU.

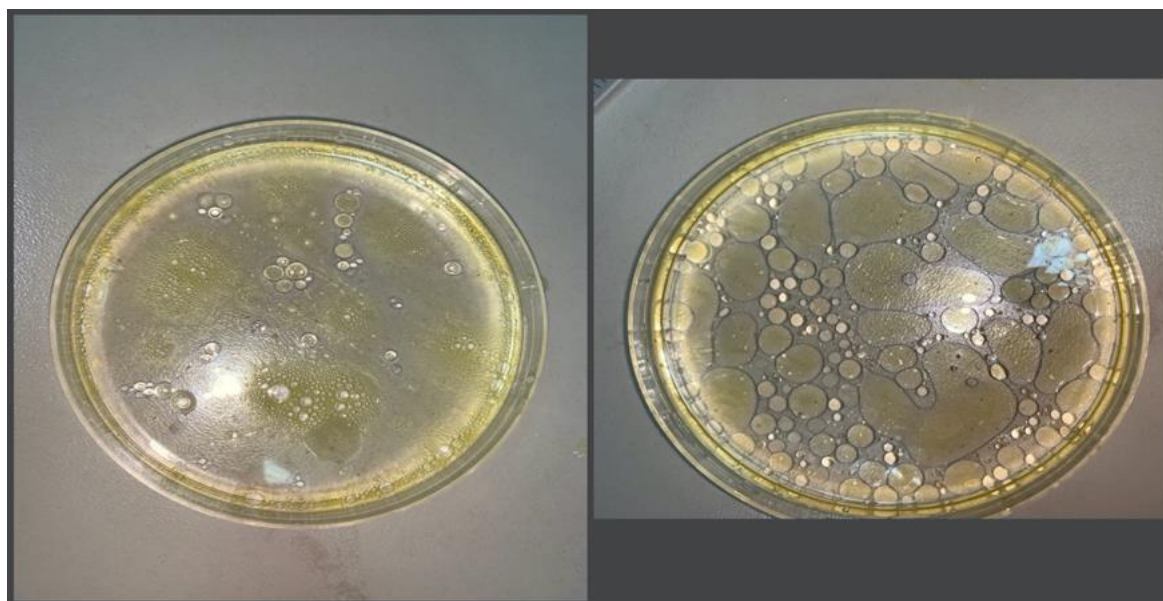


Рис. 1. Модельный сток до (слева)/после(справа) добавления флокулянта «Superfloc A120»

В качестве третьего реагента использовался флокулянт «Superfloc A120». Мутность сточной воды без добавления реагента составила 37,7 NTU, а мутность сточной воды после добавления реагента - 1,11 NTU. Данный реагент показал самую высокую эффективность при измерении мутности модельного стока. Результаты данного эксперимента представлены на рисунке 1, где показано образование загрязнений на поверхности стока после процесса седиментации.

Для более наглядного сравнения и выбора наиболее эффективного реагента для очистки жиросодержащих сточных вод была составлена таблица измерений мутности стока в зависимости от выбора и присутствия реагента. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений мутности модельного стока с реагентами

Реагенты	Мутность без реагента, NTU	Мутность с реагентом, NTU
Аква-аурат 30	36,9	5,52
Флокулянт №8105	37,3	1,51
Superfloc A120	37,7	1,11

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что эффективнее всего на процесс очистки жиросодержащих СВ влияют флокулянты, а именно из представленных, «Superfloc A120», поскольку именно с его помощью образовались наибольшие скопления на поверхности стока, с которыми в последующих стадиях очистки СВ достигается наибольший эффект. Время отстаивания при этом составило 20 минут.

Использование реагентов повышает эффективность очистки сточных вод. Наиболее эффективными реагентами для интенсификации очистки жиросодержащих сточных вод оказались флокулянты, а именно «Superfloc A120». В ходе проведенных исследований был выбран реагент и определена его оптимальная доза.

Литература:

1. Ксенофонтов Б.С. Интенсификация очистки жиросодержащих сточных вод. [Текст]/ Б.С. Ксенофонтов, А.С. Козодаев, Р.А. Таранов, М.В., Е.В. Петрова, М.С. Виноградов, А.А. Воропаева // М.: ИД «Орион». Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2014. – 30 - 35с.

2. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности от поверхностно-активных веществ и жиров флотацией. [Текст]/ Б.С. Ксенофонтов, А.С. Козодаев, Р.А. Таранов, М.В. Иванов, Е.В. Петрова, А.А. Балина, М.С. Виноградов, Д.В. Сазонов // М.: ИД «Калвис». Экология и промышленность России. – 2013. – 4 - 7 с.

УДК 628:1:628:34

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ МОДИФИКАЦИИ АДСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДА ВОДООЧИСТКИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ АДСОРБЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ И СНИЖЕНИЯ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ

Шумкова И.Н.¹, соискатель;

Шайхиев И.Г.¹, д-р техн. наук, доцент,

Свергузова С.В.², д-р техн. наук, профессор

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань, Российская Федерация)

²ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород, Российская Федерация)

Аннотация: Рассмотрена возможность использования адсорбционного материала на основе отхода водоочистки для поглощения нефтепродуктов. Представлены некоторые способы модификации адсорбента, направленные на увеличения значения маслосемкости и снижения влагопоглощения.

Ключевые слова: отход водоочистки, маслосемкость, адсорбция нефтепродуктов, термическая модификация, щелочная и кислотная обработки, водопоглощение.

SOME METHODS OF MODIFYING ADSORBENT BASED ON WATER TREATMENT WASTE, WHICH INCREASE THE ADSORPTION OF PETROLEUM PRODUCTS AND REDUCE WATER ABSORPTION

Shumkova I.N.¹, applicant;

Shaikhiev I.G.¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,

Sverguzova S.V.², Doctor of Technical Sciences, Professor

¹Kazan National Research Technological University(Kazan, Russian Federation)

²Belgorod State Technological University (Belgorod, Russian Federation)

Abstract: The possibility of using an adsorption material based on water treatment waste to absorb petroleum products is considered. Some methods of adsorbent modification are presented, which allow increasing the oil capacity and reducing moisture absorption.

Keywords: water treatment waste, oil absorption, adsorption of petroleum products, thermal modification, alkaline and acid treatment, water absorption.

Деятельность человека оказывает сильное антропогенное загрязнение биосферы, в частности, почвы, атмосферного воздуха, воды и других возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов. Рост количества новых промышленных предприятий и наращивание мощностей существующих заводов требуют постоянного поиска эффективных способов и методов извлечения поллютантов из природных, сточных, технологических и других загрязненных вод [1].

Наиболее частым загрязнителем сточных и природных вод являются нефть и нефтепродукты, попадающие в водные объекты посредством добычи, переработки нефти и нефтепродуктов, некачественной очисткой сбрасываемых сточных вод, промывкой емкостей и т.д. [2].

В настоящее время существует много методов извлечения нефти и нефтепродуктов, но наиболее эффективной из них является адсорбция. В качестве адсорбента могут выступать природные, искусственные или синтетические материалы [3], но наибольший интерес исследователей привлекают адсорбенты на основе отходов различных производств, позволяющие произвести качественную очистку воды и вторично использовать отходы.

В настоящей работе изучалась способность отхода водоочистки (ОВ), образованного в результате деятельности станции очистки воды г. Нижнекамск (Республика Татарстан), поглощать нефтепродукты.

В предыдущих исследованиях нами был описан состав исследуемого ОВ и возможность его использования в качестве адсорбента[4].

Предварительно отход водоочистки высушивался в сушильном шкафу в течение 8 часов при температуре 105 °С. Максимальное нефтепоглощение в статическом режиме определялось весовым методом. Сорбатами выступали чистые масла марок 5W40, И20-А и 15W40, плотности которых 0,848, 0,869 и 0,887 г/см³, соответственно.

Исходный немодифицированный ОВ (далее НМОВ) обладал относитель-

но невысокими значениями адсорбции нефтепродуктов, в связи с этим использовался термический способ его модификации: НМОВ обжигали в муфельной печи при температуре 550 °С в течение 1 часа.

Согласно полученным результатам, термический обжиг ОВ увеличивает нефтеемкость адсорбента. Для НМОВ и ТМОВ с увеличением плотности сорбата, адсорбционная способность отхода снижается.

За счет сжигания органических веществ, входящих в состав ОВ при его термической модификации, происходит снижение его массы в 1 см³ и увеличение пористости, способствующие увлечению показателя нефтепоглощения. Основным недостатком НМОВ и ТМОВ – высокое водопоглощение.

С целью дальнейшей модификации отхода, НМОВ и ТМОВ подвергли обработке 5% растворами серной кислоты и гидроксида натрия. Результаты модификации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения максимальной маслосемкости образцов отхода водоочистки, обработанные серной кислотой и гидроксидом натрия

Наименование материала	Максимальная маслосемкости, г/г			Водопоглощение, г/г
	5W40 чист.	15W40 чист.	И-20 чист.	
НМОВ	1,55	1,49	1,52	1,85
НМОВ, обработ. H ₂ SO ₄	1,46	1,47	1,51	1,24
НМОВ, обработ. NaOH	1,47	1,47	1,47	1,3
ТМОВ	1,78	1,73	1,73	2,05
ТМОВ, обработ. H ₂ SO ₄	1,52	1,46	1,48	1,36
ТМОВ, обработ. NaOH	1,49	1,54	1,52	1,38

По результатам (рис. 1) видно, кислотная и щелочная обработка ОВ снижает способность адсорбента поглощать нефтепродукты.

Обработка НМОВ серной кислотой снижает маслосемкость адсорбента среднем на 4%, а при обработке ТМОВ – на 15 %. Щелочная обработка НМОВ снижает его маслосемкость в среднем на 3 %, а ТМОВ – на 13 %. Таким образом, применяя представленную кислотную и щелочную обработка ОВ способность адсорбента поглощать нефтепродукты снижается. Значения маслосемкости ОВ после модификации НМОВ и ТМОВ кислотой и щелочью близки между собой, то есть, предварительная термомодификация не оказывает серьезное воздействие на способность поглощать нефтепродукты.

Описанная выше обработка ОВ оказывает влияние на его способность поглощать влагу. На рисунке 1 представлена гистограмма изменения водопоглощения ОВ в зависимости от способа его модификации.

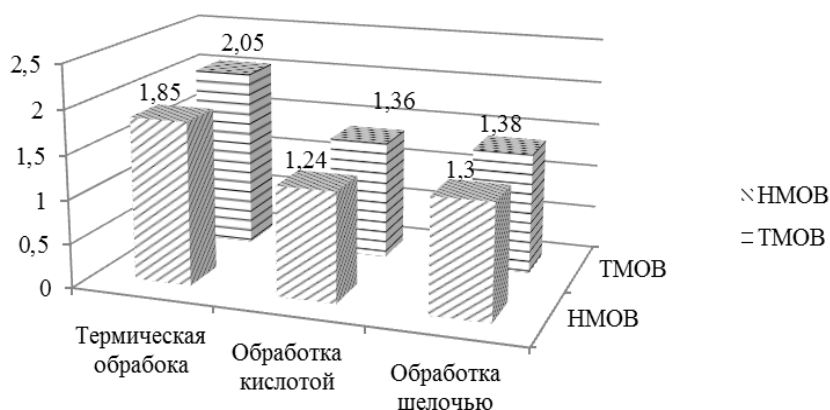


Рис. 1. Значение показателя водопоглощения исходного и модифицированных образцов отхода водоочистки в зависимости от способа модификации

Кислотная и щелочная обработка отхода водоочистки (рис. 1) эффективно снижают водопоглощение адсорбента. Обработанные образцы НМОВ серной кислотой обладают меньшей влагопоглощением, чем ТМОВ. Аналогичные результат представлен при обработке НМОВ щелочью. Средняя разница между значениями водопоглощения НМОВ и ТМОВ составляет около 32 %.

Таким образом, термическая модификация ОВ оказывает положительное действие на его адсорбционную способность по нефтепродуктам, а обработка НМОВ и ТМОВ растворами серной кислоты и гидроксида натрия снижают этот показатель. Определено, что модификация ОВ описанным способом возможно снизить его влагопоглощение.

Приведенные в настоящей работе методы модификации отхода водоочистки не дают возможность использования его в качестве самостоятельной адсорбента в виду невысоких значений нефтеемкости. В связи с этим, требуется дальнейший поиск методов обработки, направленных на увеличение показателя маслоскости и снижения водопоглощения.

Литература:

1. Сироткина Е.Е. Криогель-сорбент на основе поливинилового спирта и железосодержащего осадка для удаления нефти и фенола из воды // Е.Е. Сироткина, Н.И. Погадаева, М.С. Фуфаева // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т.317. - №3. – с.49-53.
2. Сироткина Е.Е. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов / Е.Е. Сироткина, Л.Ю. Новоселова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – с. 359-377.
3. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
4. Определение минералогического состава и сорбционных характеристик отхода от процесса водоочистки по нефтепродуктам / С.В. Свергузова и др. // Вода: Химия и экология. – 2019. - № 7-9. – С. 48-55.

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Югина Н.А.¹, соискатель

Хабабрахманова А.И.², старший преподаватель;

Шулаев М.В.¹, доктор технических наук, профессор

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет» (г. Казань, Российская Федерация)

² ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Исследована аэробная биологическая очистка модельного раствора сточной воды, загрязненной солями железа с помощью гуминового препарата в качестве биологически активного вещества. Показано, что гуминовый препарат в концентрациях 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} г/дм³ оказывает стимулирующее влияние на процесс очистки. Наиболее эффективно для очистки сточной воды от ионов железа применение гуминового препарата в концентрации 10^{-5} г/дм³.

Ключевые слова: активный ил, гуминовый препарат, очистка

APPLICATION OF A HUMIC PREPARATION FOR THE INTENSIFICATION OF WASTEWATER BIOLOGICAL TREATMENT

Yugina N. A.¹, applicant

Khabibrakhmanova A.I. ², Senior Lecturer;

Shulaev M.V.¹, doctor of technical Sciences, Professor;

Kazan National Research Technological University
(Kazan, Russian Federation)

Kazan state power engineering University
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The treatment of biological treatment of a model solution of wastewater contaminated with iron salts using a humic preparation as a biologically active substance has been investigated. It has been shown that a humic preparation in concentrations of 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} g / dm³ has a stimulating effect on the purification process. The most effective for the purification of waste water from iron ions is the use of a humic preparation at a concentration of 10^{-5} g/dm³

Keywords: activated sludge, humic preparation, cleaning

Объем сброса сточных вод в поверхностные природные водоемы Российской Федерации в 2018 г. составил более 40 тыс. млн м³. В 2008-2018 гг. вода Верхне-Волжских водохранилищах оценивалась как «загрязненная». Одним из наиболее характерных загрязняющих веществ воды р. Волга Верхне-Волжских водохранилищ являются соединения железа [1-2].

Очищенные сточные воды г. Казани сбрасываются в Куйбышевское во-

дохранилище и формирование качества воды в нем зависит от степени очистки сточных вод до требований к сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения, каким является Куйбышевское водохранилище. Поступление загрязненных сточных вод происходит в основном в связи с перегрузкой и некачественной работой водоочистных сооружений.

Для доведения качества очистки сточных вод до норм предельно-допустимых концентраций (ПДК) необходимы реконструкция и модернизация системы биологической очистки сточных вод, данные мероприятия требуют больших финансовых затрат (в 2017 г. объем финансирования составил 167 млн. руб).

Изучение действия биологически активных веществ, используемых в низких концентрациях представляет интерес для интенсификации биологической очистки. В качестве биологически активного вещества был выбран гуминовый препарат, разработанный и изготовленный ФГБОУ ВП «КНИТУ» на ИП «ИСКРА». Гуминовые препараты по ГОСТ Р 54221-2010 - это жидкие, пастообразные и твердые вещества природного происхождения, полученные из бурых и окисленных каменных углей с помощью щелочной обработки.

С гуминовыми веществами проводят широкий круг исследований, в том числе в таких областях как рекультивация загрязненных вод, в том числе для очистки и рекультивации территорий, загрязненных органическими веществами и нефтепродуктами, а также тяжелыми металлами. Возможность использование гуминовых веществ связывают со снижением ингибирующего эффекта органических веществ и тяжелых металлов на активный ил, а также стимулированием биологических процессов.

Применение биологически активных веществ в процессе очистки сточных вод позволяет повысить ее производительность и достигнуть снижение вложений в капитальное строительство и максимальное использование существующих сооружений.

Цель данной работы заключается в исследовании влияния гуминового препарата на эффективность процесса биологической очистки модельного раствора сточных вод от ионов железа.

В качестве объектов исследований выступали микробные сообщества активного ила биологических очистных сооружений г.Казани, модельный раствор сточных вод, гуминовый препарат. При приготовлении модельной сточной воды в качестве источника углерода использовали глюкозу ($C_6H_{12}O_6$), азота – натрий азотнокислый ($NaNO_3$), фосфора – калий фосфорнокислый однозамещенный (KH_2PO_4) в соотношении C:N:P = 100:5:1. Количественное определение ионов железа (общее железо) проводили по стандартным методикам.

Основой очистки сточных вод является биологическое окисление загрязняющих веществ, определяющееся способностью бактериального сообщества проводить деструкцию органических загрязнений. Эффективность биоочистки определяется процессами роста и обмена веществ микроорганизмов. Ранее проведено исследование влияния гуминового препарата на биоценоз активного ила и выявлен стимулирующий эффект в интервале концентраций $10^{-5} - 10^{-2}$ г/дм³ [3].

Гуминовые вещества являются природными детоксикантами комплексного действия и проявляя свойства сорбентов связывают ионы металлов по механизму ионного обмена. Протекторное действие гуминовых веществ объясняют, образованием нетоксичных и недоступных для живых организмов комплексов с экотоксикантами. Соединения металлов практически не разрушаются биохимической деструкцией. Из сточных вод часть соединений металлов сорбируется активным илом и в ходе биохимических процессов переводится в неактивную форму. Другая часть ионов образует комплексы с белком активного ила [4].

Для изучения кинетики биологической очистки в аэробных условиях активный ил культивировался на модельном растворе сточной воды. В опытные среды вносили гуминовый препарат в дозировках 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} г/дм³, в контрольную среду препарат не вносился. Периодическое культивирование сообщества активного ила проводили в течении 5 часов, что соответствует среднему времени пребывания на городских очистных сооружениях. Начальная концентрация железа составила 0,548 мг/дм³. Результаты лабораторных исследований представлены на рисунке 1.

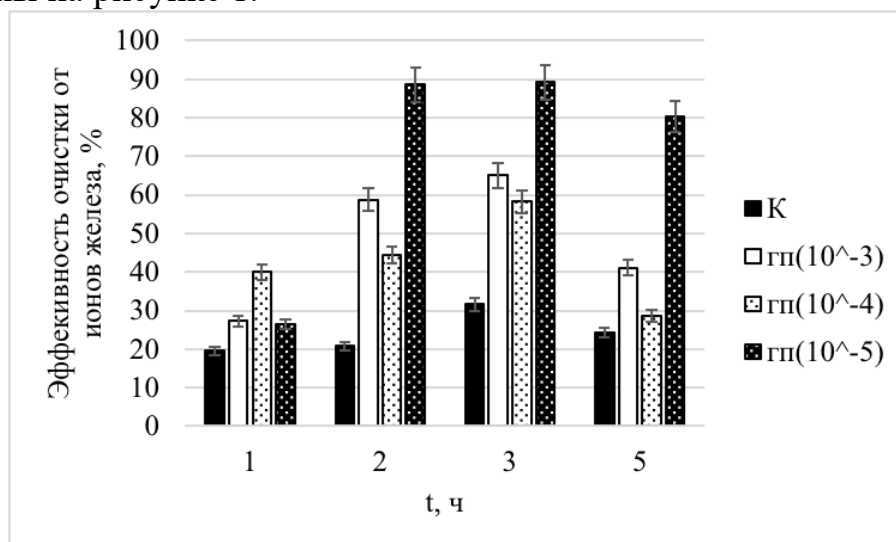


Рис. 1. Эффективность очистки от ионов железа (общее железо) при внесении гуминового препарата в концентрациях 10^{-3} (гп 10^{-3}), 10^{-4} (гп(10^{-4}), 10^{-5} (гп(10^{-5}) г/дм³ и в отсутствии препарата (К)

Показано, что применение гуминового препарата в концентрации 10^{-5} г/дм³ начиная со 2 часа эксперимента увеличивает степень очистки в среднем на 60 %. Установлено, что использование гуминового препарата в концентрациях 10^{-3} , 10^{-4} г/дм³ в целом оказывает положительное влияние на степень очистки по сравнению с традиционной биологической очисткой, так на 3 час эксперимента концентрациях 10^{-3} обеспечивает повышение эффективности процесса очистки от ионов железа в 2 раза, а концентрация 10^{-4} г/дм³ в 1,8 раз по сравнению с традиционной биологической очисткой. Наиболее эффективно для очистки сточной воды от ионов железа применение гуминового препарата в концентрации 10^{-5} г/дм³, обеспечивающего очистку до значений ПДК.

Литература:

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году». – М.: НИА-Природа, 2019. – 290 с.
2. Габдрахманова Г.Н., Валиев В.С., Тунакова Ю.А. Комплексная оценка степени загрязненности воды реки Волга в районе г.Казани / Материалы XIV Международной научно-технической конференции: в 2 томах. 2018. С. 130-137.
3. Югина Н.А. Анализ влияния биологически активных веществ на рост микроорганизмов активного ила городских очистных сооружений МУП "Водо-канал" / Н.А. Югина, А.И. Хисамова, Е.О. Михайлова, Л.И. Хабибуллина, М.В. Шулаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. - Т.16. - № 10 - С.208 – 210.
4. Перминова И.В. Гуминовые вещества - вызов химикам XXI века / И.В. Перминова // Химия и жизнь. – 2008. – №1. – С. 50–56.

УДК 504.054

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КАЗАНИ

Якунин С.А.¹, обучающийся,
Шипилова Р.Р.¹, старший преподаватель,
Шагидуллин А.Р.², к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории прикладной экологии,
¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева – КАИ»,
²ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(Казань, Российская Федерация)

Аннотация: рассматривается изменчивость содержания металлов в атмосферном воздухе на территории г. Казани. Определены наиболее значимые ареалы наибольшего загрязнения с отчетливо выделяющимся эпицентром, предоставлен суммарный показатель загрязнения снежного покрова металлами.

Ключевые слова: тяжелые металлы, содержание, атмосфера, депонирующие среды, рассеивание, снег.

ESTIMATION OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE SURFACE LAYER OF ATMOSPHERIC AIR IN THE TERRITORY OF KAZAN

Yakunin S.A.¹, student,
Shipilova R.R.¹, senior lecturer
Shagidullin A.R.², candidate of physical and mathematical sciences, researcher,
laboratory of applied ecology,

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI,
(Kazan, Russian Federation)

²Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The variability of the content of metals in the atmospheric air on the territory of Kazan is considered. The most significant areas of the highest pollution with a distinctly prominent epicenter were determined, and the total indicator of snow cover with metals was provided.

Keywords: heavy metals, content, atmosphere, deposit media, dispersion, snow.

На территорию города Казани металлы поступают с выбросами стационарных и передвижных источников загрязнения, то есть доминирующим путем поступления металлов в атмосферный воздух города является аэрогенный путь. Систематические наблюдения за содержанием металлов в приземном слое атмосферного воздуха из-за трудоемкости отбора проб воздуха и сложности их анализа проводится эпизодически. Кроме того, в условиях сложной промышленно-селитебной застройки и ограниченного числа стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферы, мониторинговые данные о пространственном распределении металлов в приземном слое атмосферного воздуха по всей территории города отсутствуют.

Геохимическими исследованиями установлены количественные связи между содержанием металлов в атмосферном воздухе и выпадением их на подстилающую поверхность, что фиксируется в виде геохимических аномалий в депонирующих средах – почвенном и снежном покровах. Определение содержания металлов легко осуществимо в пробах данных депонирующих сред по заранее заданной сети точек пробоотбора. Таким образом, по результатам изучения проб почвенного и снежного покровов можно оценить поступление металлов на подстилающую поверхность.

Данный способ позволяет установить пространственное распределение металлов по городской территории и выявить эпицентры загрязненности, требующих детальных мониторинговых исследований.

Известно, что пространственное распределение компонентов выбросов в приземном слое атмосферного воздуха происходит по экспоненциальному закону. Центры наиболее высоких концентраций металлов обычно приурочены к источникам загрязнения. Изучение распределения металлов в почвенном и снежном покровах позволяет выявить источники загрязнения, определить зоны их влияния [1].

Почвенный и снежный покровы отражают различные временные характеристики загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха. Содержание металлов в поверхностном слое почв населенных мест является результатом многолетнего аэрогенного поступления металлов, отражая суммарное воздействие источников загрязнения и влияния факторов, определяющих рассеивание ме-

таллов, содержащихся в выбросах.

Исследование снежного покрова свидетельствует о ежегодно формирующимся загрязнении атмосферного воздуха, но только в зимний период. Отбор проб снега проводится в период максимального его накопления.

Оценка уровня полиметаллического загрязнения снега проводилась по показателям, разработанным для исследований городской территории. Такими показателями являются: коэффициент концентрации металла (K_c), который определял отношением его фактического содержания в снеге (C_i) к фоновому (C_{ϕ}):

$$K_c = C_i / C_{\phi}$$

и суммарный показатель загрязнения (Z_c). Суммарный показатель загрязнения (СПЗ) характеризует степень загрязнения целой ассоциации элементов относительно фона:

$$Z_c = \sum_i^n K_c - (n-1),$$

где K_c – коэффициенты концентрации больше 1; n – число элементов с $K_c > 1$.

В практике геохимических исследований считается (табл. 1), что аномальные зоны с $Z_c > 100-120$ характеризуют высокий и опасный уровень загрязнения [3-7].

Таблица 1

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категория загрязнения	Величина Z_c
Допустимая	Менее 16
Умеренно опасная	16-32
Опасная	32-128
Чрезвычайно опасная	Более 128

На основе выбранной сети 300 точек пробоотбора были построены карты поверхностей загрязнения снежного покрова г. Казани по суммарному показателю загрязнения, определены местоположения условно – чистых зон и геохимических аномалий.

В г. Казани установлено несколько отчетливо выделяющихся геохимических аномалий снежного покрова по содержанию металлов, приуроченных к отдельным конгломератам промышленных предприятий.

Около 30% снежного покрова г. Казани характеризуется опасной степенью загрязнения. В их числе - правобережная часть реки Казанки, один из наиболее густонаселенных районов города. В наиболее экологически благополучных районах (восточная и северо-западная части города) СПЗ не превышает 30.

Ареалы наибольшего загрязнения с отчетливо выделяющимся эпицентром ($Z_c > 128$) находятся в Приволжском районе г. Казани. Кроме того, по данным снегосъемки, аномальные участки присутствуют и в районе 2-ой транспортной дамбы, а также железнодорожного вокзала и могут быть связаны с пе-

ребросом факелов стационарных источников выбросов.

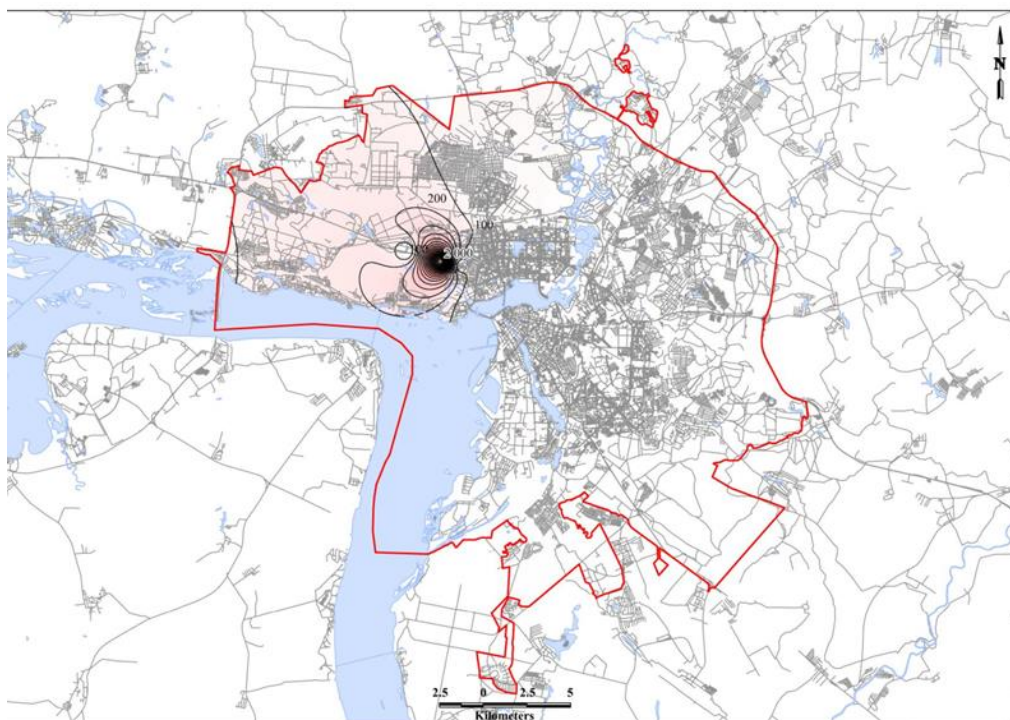


Рис. 1. Суммарный показатель загрязнения снежного покрова г. Казани металлами

Менее контрастные ареалы загрязнения снежного покрова ($Z_c < 32$) занимают значительные площади Авиастроительного, Московского, Вахитовского и части Советского районов и в основном обусловлены выбросами КАПО, КМПО, ТЭЦ-3, Оргсинтез, КОМЗ.

Слабоконтрастные, но все же пространственно выраженные ореолы покрывают селитебные части города в наиболее густонаселенных Ново-Савиновском, Московском и Приволжском административных районах города.

Литература:

1. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия. // Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Нормирования приоритетных загрязняющих веществ в зоне действия полимерных производств на примере кадмия // Вестник Казанского технологического университета, 2014. Т. 17, № 3. - С. 179-181.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Нормирование приоритетных загрязняющих веществ в зоне действия полимерных производств на примере меди // Вестник Казанского технологического университета, 2014. Т. 17, № 1. - С. 184-187.

4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Разработка нормативов качества для атмосферных примесей в зоне действия полимерных производств для текущего уровня загрязнения // Вестник Казанского технологического университета, 2014. Т. 17, № 10. - С. 111-113.

5. Григорьева И.Г., Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А. Интегральная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сб. докл. II Международной молодежной научной конференции, 1-3 окт. 2014 г. / Белгор.гос.технол.ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Ч.1. – С. 14 – 18.

6. Тунакова Ю.А., Новикова С. В., Шагидуллина Р.А., Григорьева И.Г. Расчет интегральных показателей, характеризующих качество атмосферного воздуха./ Сборник докладов международной научно-практической конференции «Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности» (5 – 8 августа 2014, г. Казань) Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. Том 2. – С. 627-630.

7. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.

УДК 502.175

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ДИОКСИНОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ПРЕКУРСОРОВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Платонова М.С., обучающийся

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Исследовательская работа основана на исследовании модели формирования диоксинов в атмосферном воздухе из прекурсоров. Сформирована модель мониторинга ксенобиотиков путём мониторинга фенолов и соляной кислоты на территориях промышленных зон.

Ключевые слова: Мониторинг диоксинов, прекурсоры ксенобиотиков, фенол, соляная кислота, контроль выбросов.

A MODEL FOR DIOXIN MONITORING BASED ANALYSIS OF THE PRECURSORS CONCENTRATION IN THE ATMOSPHERIC AIR

Platonova M.S., student

Gogol E.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The research work is based on the study of a model of the formation of dioxins in atmospheric air from precursors. A model for monitoring xenobiotics has been developed by monitoring phenols and hydrochloric acid in industrial zones.

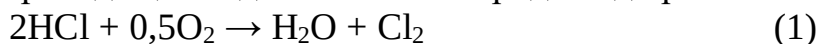
Keywords: Dioxin monitoring, xenobiotic precursors, phenol, hydrochloric acid, emission control.

Проведение систематического контроля содержания диоксинов в окружающей среде направлено исключительно на предприятия в выбросах которых предусмотрено образование данных канцерогенов. Согласно ГН 2.1.6.014-94 предельно допустимая концентрация (ПДК) диоксинов в атмосферном воздухе составляет 0,5 пг/м³.

Проведение систематического контроля осложнено в связи с такими факторами, как сложность проведения анализа, высокая цена, территориальное расположение (в Российской Федерации анализ на диоксины проводит пять лабораторий), срок проведения анализа (результаты в атмосферном воздухе производственной зоны не актуальны).

Согласно данным В.П. Ившина и Р.В. Полушина формирование диоксинов возможно из прекурсоров – ароматических соединений в присутствии доноров хлора. Прекурсорами могут являться – хлорбензолы, хлорфенолы, фенолы и производные бензола; доноры хлора – ПВХ и газообразный хлористый водород. Фенольные соединения дают разнообразные галогенпроизводные при замещении фенольного ряда свободным хлором.

Синтез ПХДД/ПХДФ из ароматических соединений проходит при наличии переходных металлов, одним из таких соединений является хлорид меди. Реакция формирования диоксина, проходящая под катализом хлорида меди рис.1.



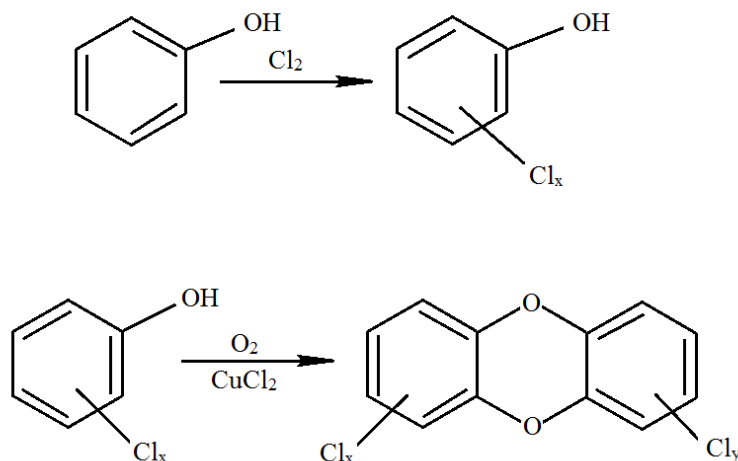


Рис. 1. Схема катализа хлоридом меди

На основании вышеприведённых аргументов возможно прогнозировать образование диоксинов в атмосферном воздухе на основе таких соединений, как фенол и соляная кислота, выступающими прекурсорами образования диоксинов. Мониторинг, основанный на анализе содержания фенолов и соляной кислоты, носит условный характер, в виду того, что для формирования диоксинов необходимо закладывать дополнительные условия, такие как, метеорологические условия, наличие переходных металлов. Большая часть диоксиноподобных образуются из фенола с HCl при температурах около 550°C. Продуктами в данных условиях являются: трихлорбензол, дихлорфенол, дихлорбензофуран, тетрахлорбензол, трихлорфенол, тетрахлорфенол. Минорными соединениями являются: моноклорбензол, дихлорбензол, тетрахлордibenзофуран, трихлордibenзо-*p*-диоксин, тетрахлордibenзо-*p*-диоксин, пентахлордibenзо-*p*-диоксин, октахлордibenзофуран, октахлордibenзо-*p*-диоксин [1].

Методики по измерению массовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе устанавливаются Государственным санитарно-эпидемиологическим нормированием РФ. Для фенола среднесуточная и максимальная разовая ПДК составляют 0,003 мг/м и 0,01 мг/м соответственно [2].

На основании данных анализов массовых концентраций загрязняющих веществ проводится расчет вероятностей содержания прекурсоров в атмосферном воздухе ограниченной территории.

Обработку результатов анализа возможно провести согласно расчёту вероятности по Байесу. Особенность расчета вероятностей по Байесу является использование априорных и апостериорных вероятностей с удельной оценкой долей относительно полной вероятности. Формирование результатов отражает полную вероятность по всем зонам, заложенным в программу.

Определяются результаты априорных вероятностей проявления для выбранных территорий [3]. При получении высокой степени вероятности по загрязнению атмосферного воздуха фенолом и соляной кислотой заданной территории (свыше 0,75) диоксины имеют высокий риск формирования.

Зоной с повышенной вероятностью формирования диоксинов из прекурсоров являются производственные территории в виду высокого содержания ароматических соединений, переходных форм металлов, которые содержатся в выбросах предприятий промышленных зон и высоких температур на участках [4].

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о повышенной возможности загрязнения атмосферного воздуха диоксиноподобными соединениями на анализируемых территориях.

Литература:

1. Ившин В.П., Полушин Р.В. Диоксины и диоксиноподобные соединения: пути образования, свойства, способы деструкции.
2. ГН 2.1.6.695-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
3. Ступников В.П. «Экономические и экологические проблемы процессов реновации» Информационный материал для студентов специальности 27100 «Реновация средств материального производства в машиностроении»// Москва 2006.
4. С.Г. Матвеев, И.В. Чечет, В.Ю. Абрашкин, А.В. Семёнов «Образование канцерогенных полициклических ароматических углеводородов в модельной камере сгорания ГТД» 2013

УДК 66.094.3.098

ДЕСТРУКЦИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ФЕРМЕНТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Платонова М.С., обучающийся

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Перспективные методы управления загрязняющими веществами как диоксины, включают ферментную деструкцию. Разрушение структуры хлорорганических соединений является крайне сложным процессом, возможным при сильном окислении, однако основной проблемой является их последующая реорганизация.

Ключевые слова: хлорорганические соединения, пероксидаза, адсорбция, диоксины, деструкция ферментными комплексами.

DESTRUCTION OF ORGANIC CHLORINOUS COMPOUNDS BY ENZYMIC COMPLEXES

Platonova M.S., student

Gogol E.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: Promising methods for managing pollutants like dioxins include enzymatic degradation. The destruction of the structure of organochlorine compounds is an extremely difficult process, possible with strong oxidation, but the main problem is their subsequent reorganization.

Keywords: organochlorine compounds, peroxidase, adsorption, dioxins, destruction by enzyme complexes.

Актуальность внедрения средств биохимической очистки при утилизации и деструктуризации диоксинов и диоксиноподобных хлорорганических соединений обусловлена их высокой токсичностью, канцерогенным и мутагенным воздействием на биологические организмы. Имеют высокую степень фиксации в органической форме жизни. Модель переноса диоксинов в биосфере: выбросы хлорорганических соединений попадают в почвенный покров, из плодородного слоя растительные объекты потребляют почвенную фауну с содержащимися хлорорганическими соединениями, иными словами, происходит формирование детритных пищевых цепей. Попадание в водную среду обуславливает аналогичный же путь через гидробионты. За счёт большого периода полураспада, который колеблется от 2-3 до 20 лет у сложных организмов проявляется высокий накопительный эффект. Диоксины накапливаются в липидных мембранах, и индуцируют активность ферментов, что приводит к образованию свободных радикалов, что способствует нарушению структуры ДНК живого объекта окружающей среды [1]. На рисунке 1 изображено перенос ПХДД/ПДДФ в организме человека.

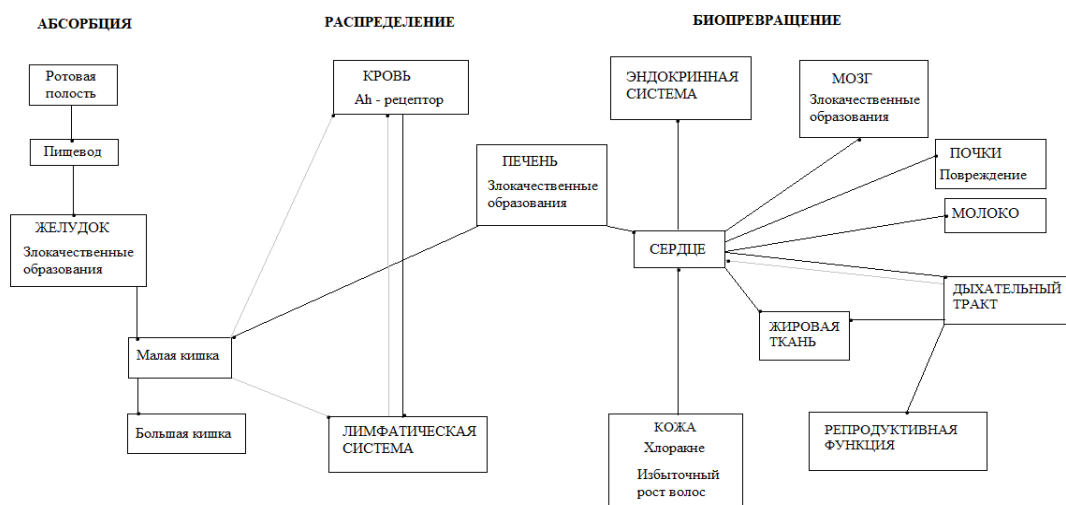
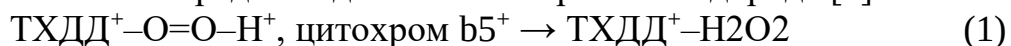


Рис. 4. Перенос ПХДД/ПХДФ в организме человека

Направление исследования основано на возможности реструктуризации, как следствие, деструкции экотоксикантов и выведению их из трофической цепочки, исключая из повторное образование или перенос на фильтрующий материал.

Исключение или доведение концентраций ПХДД/ПХДФ в выбросах в атмосферный воздух до норм предельно допустимых концентраций (ПДК) 0,5 нг/м³ ферментным разложением соединений с исключением последующей рекомбинации хлорорганических соединений является перспективным направлением.

Исследование воздействия диоксинов и хлорорганических соединений на биоорганизм оказывают активное воздействие на системы организма и отмечается резкое повышение индукции цитохромов Р450, они окисляют практически все классы органических молекул. Реакция гидроксилирования диоксинов цитохромом Р450 протекает в межфазном пространстве между липидными и белковыми мембранами; условиями для протонирования диоксинов будет зависеть от электростатического потенциала мембраны, заряда на ионе железа. Продуктом реакции является катион-радикал диоксина и перекись водорода [2].



Разложение хлорорганических соединений и диоксинов в частности происходит мультиферментными комплексами ферментативно (трансформируются на молекулярном уровне с синтезом новых соединений) и опосредовано ферментативно (с образованием радикалов и последующей цепной реакцией, что приводит к деструкции/ минерализации ксенобиотиков). Осуществляется молекулярная трансформация хлорорганических соединений при наличии пероксидаз, гидролаз, оксидоредуктаз. Соединения деградируемые ферментными комплексами базидиальных грибов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Ферментная деструкция хлорорганических соединений

Соединения	ЛП (лигнин-пероксидазы)		MnП (марганец-пероксидазы)		Лакказы	
ПАУ	+	+	+	+	+	+
ПХБ	+				+	+
Пестициды	+	+	+	+		+
Галогенпроизводные фенолов	+	+	+	+	+	+

* прямое окисление ферментами возможно, если химическая структура хлорорганического соединения может быть его субстратом и окислительно-восстановительный потенциал ниже окислительно-восстановительного потенциала фермента.

Реструктуризацию на ПХДД/ПХДФ влияют ферментные комплексы базидиомицетов: *Fomes lividus* и *Thelephora*, *Phanerochaete chrysosporium*, *T. Versicolor*.

Для оказания весомого влияния на деструкцию хлорорганики стоит учитывать способ взаимодействия. Распыление ферментов малоэффективно и крайне затратно с экономической точки зрения. Метод по сохранению катали-

тической активности ферментов является их иммобилизация. Преимуществами иммобилизации ферментов являются возможности перевода ферментативных процессов в непрерывный режим, удаление из реакционной смеси фильтрацией, проявляют устойчивость к внешним воздействиям [3]. Оптимальным по показателям материалом для иммобилизации является полимерная электролитическая мембрана с высокой ионной проводимостью. Однако, процесс окисления хлорорганических соединений ферментными системами протекает значительно медленнее, чем имеющиеся способы окисления. Применение мультиферментных комплексов очистки газовых выбросов позволяет исключить ингибирующее действие таких хлорорганических соединений, как диоксины на здоровье человека и состояние окружающей среды в виду их деструкции.

Литература:

1. Ившин, В.П. Диоксины и диоксиноподобные соединения: пути образования, свойства, способы деструкции / Ившин В.П., Полушин Р.В. Марий Эл: Изд-во Марийского государственного университета, 2005. — 320 с.
2. Кузнецова Н.Б., Кузнецов П.Е., «Вероятных механизм индукции цитохрома Р-450 (448) полихлорированными дибензо-п-диоксинами»/ Статья Курского государственного университета, 2018
3. Березин И.В. Биотехнология «Инженерная энзимология»/ Москва «Высшая школа», 1987

УДК 628.3

СИСТЕМА ИОНООБМЕННОЙ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Заляев А.И., обучающийся

Желовицкая А.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: разработана система локальной доочистки стоков гальванического производства методом ионного обмена.

Ключевые слова: гальваническое производство, цинкование, сточные воды, очистка, ионный обмен

THE SYSTEM OF ION-EXCHANGE PURIFICATION OF WASTE WATER GALVANIC PRODUCTION

Zalyaev A.I., the student

Zhelovitskaya A.V., candidate of chemical Sciences, assistant Professor

Abstract: a system for local treatment of wastewater from electroplating production by ion exchange method has been developed.

Keyword: electroplating, galvanizing, wastewater, treatment, ion exchange

Гальваническое производство является крупнейшим водопотребителем и сбросом больших количеств токсичных отходов. Гальваническое производство одно из опасных источников водных объектов загрязнения окружающей среды, главным образом, поверхностных и подземных водоемов. Сточные воды гальванических производств содержат вредные примеси тяжелых металлов, неорганических кислот и щелочей, ПАВ и других высокотоксичных соединений, которые наносят огромный экологический и экономический ущерб [1].

Поэтому очистка сточных вод гальванических производств и дальнейшее предотвращение поступления гальванических отходов в окружающую среду является актуальной задачей промышленных предприятий.

Среди предприятий, использующих полный комплекс гальванических процессов, является машиностроение, в котором образуются следующие стоки: *кислые стоки* – содержат растворы меднения, цинкования, никелирования; *щелочные стоки* - включают промывные воды после обезжиривания, мойки, щелочных гальванопокрытий (цинкования), содержат 60-140 мг/л масел и нефтепродуктов (после операций обезжиривания). Также эти стоки содержат ионы тяжелых металлов (медь, цинк, никель, железо и др.); *цианистые стоки* содержат различное количество взвешенных веществ в зависимости от водородного показателя, так как комплексные цианиды тяжёлых металлов (особенно цинка) склонны к образованию нерастворимых соединений при понижении pH до 9.

Цинк является одним из распространенных металлов по количеству использования в мире среди цветных металлов после алюминия и меди [2]. Большая часть добытого цинка в мире расходуется на оцинкование металлических изделий и на производство оцинкованной стали.

При нанесении цинка на изделия, сток, который выходит с электролитических ванн, относится к тому же закрытому водному контуру, к которому принадлежат этапы выщелачивания и очистки. Серная кислота, которая образуется во время электролиза, поступает в процесс выщелачивания, а часть, которая осталась очищается и подается на электролиз. Стоки, которые остаются после электролита цинкования цикла электролиза, выщелачивания и очистки являются сильно кислыми и содержат цинк и взвешенные твердые частицы с большой концентрацией [3].

Классическими способами очистки стоков гальванического производства по-прежнему являются: химические (реагентная обработка); коагуляционно-флотационные (коагуляция, флокуляция, флотация); сорбционные (фильтры сорбционные и ионообменные); электрохимические (электрокоагуляция, элек-

трофлотация, электродиализ, электролиз); мембранные (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос) [4, 5].

Недостатком механических способов является невысокая степень очистки; при реагентной обработке образуются плохо отстаивающиеся и труднофильтруемые осадки – шламы, утилизация которых представляет определенную сложность; электрохимические процессы требуют потребления энергоресурсов; мембранные технологии способны извлекать ионы металлов в низких концентрациях.

Эффективность ионообменной очистки во многом зависит от конструктивных особенностей ионообменных аппаратов. На выбор аппарата влияет состав и расход обрабатываемой воды, режим ее поступления на очистку, требования к качеству очищаемой воды, физико-химические свойства ионитов, эксплуатационные затраты и т.д. [6].

На рисунке 1 представлена технологическая схема локальной очистки сточных вод от ионов цинка. Система работает следующим образом: промывные и сточные воды гальванического производства процесса цинкования подаются в накопительную емкость Е1. Из емкости Е1 стоки насосом Н1 подаются в реактор Р1. В реактор Р1 для предварительной обработки сточных вод дозаторами НД2 и НД3 дозируются реагенты: раствор щелочи и флокулянта. Из реактора Р1 стоки поступают на электрофлотатор ЭФ, в котором по представленному ниже механизму осуществляется извлечение гидроксидов тяжелых металлов, нефтепродуктов и СПАВ. Из накопительной емкости Е2 в емкость Е1 дозатором НД1 дозируются отработанные технологические растворы. Из электрофлотатора очищенная вода поступает в сборную емкость Е3. Осветленная вода из сборной емкости Е3 подается насосом Н2 на механический фильтр КФ, и далее на ионообменные фильтры ИФ, в которых методом ионного обмена происходит извлечение следовых концентраций ионов тяжелых металлов до региональных требований ПДК по сбросам [7].

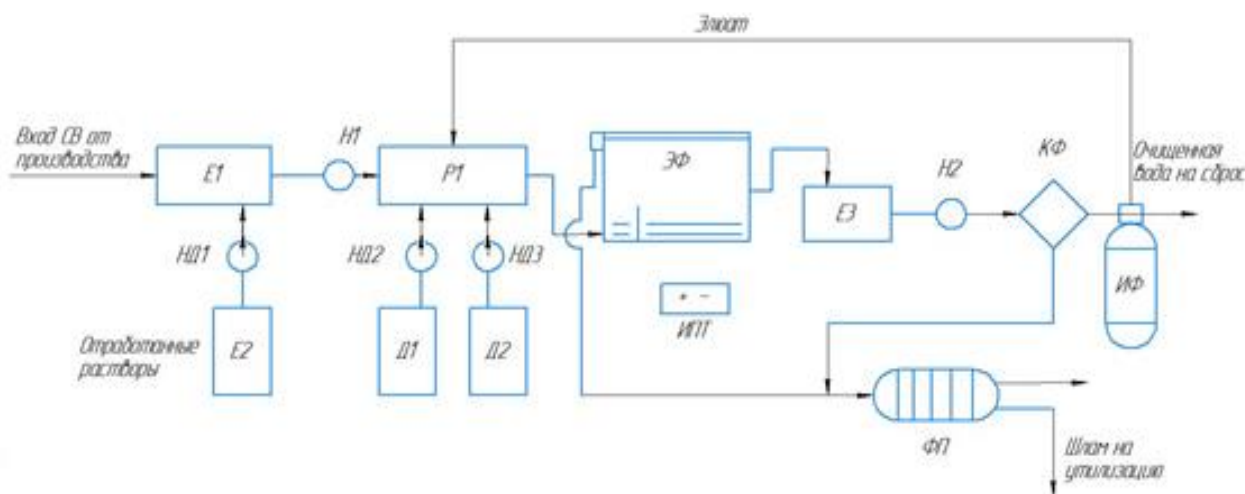


Рис. 1. Технологическая схема очистки стоков гальванического производства – линии нанесения цинкового покрытия: Е1, Е2,

ЕЗ – накопительная ёмкость; Н1, Н2 – насос; Д1, Д2, – ёмкость приготовления раствора реагента; НД1, НД2, НД3 – дозирующий насос; Р1 – реактор смешения; ЭФ – электрофлотационный модуль; ИПТ – источник питания электрофлотационного модуля; ФП – фильтр пресс; КФ – кварцевый фильтр; ИФ – ионообменный фильтр.

Таким образом, ионообменные фильтры способны обеспечивать снижение содержания ионов металлов до уровня ниже максимально допустимой концентрации. Данные установки могут быть использованы в системе обессоливания промывных вод гальванического производства в замкнутых циклах оборотного водоснабжения предприятий (безотходная технология).

Литература:

1. Ильин В.И., Колесников В.А., Губин А.Ф. Разработка мероприятий по предотвращению и минимизации образования химически опасных отходов гальванических производств // Химия и биологическая безопасность – 2015. – № 1-2. – 86 с.
2. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mfmc.ru/about/articles/ochistka-stochnykh-vod-stochnye-vody-galvanicheskikh-proizvodstv>.
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: Мировая экономика. Мировой рынок цинка. 2016 г. <http://www.ereport.ru/feedback.php>.
4. Жданова А.В., Иларионов С.А. Очистка сточных вод гальванического производства от загрязнений тяжелыми металлами // Вестник Пермского университета, 2012. – Вып. 1. – № 5. – С. 54-60
5. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф., Электродные материалы, применяемые для генерирования активных радикалов при обработке сточных вод // Вестник технологического университета. 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 107-112.
6. Натареев С.В., Захаров Д.Е., Лапшин Н.А. Ионообменная очистка от ионов тяжелых металлов в аппаратах периодического и непрерывного действия // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение, 2019. – Т. 58. – № 2. – С. 150-159.
7. Студопедия - лекционный материал для студентов [Электронный ресурс]. Режим доступа https://studopedia.su/7_42787_atomno-absorbtsionniy-analiz.html, свободный - (22.05.2019).

УДК 628.3

ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ

Ильин Е.Н., обучающийся

Желовицкая А.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: разработана технологическая схема процесса флотационного извлечения нефтепродуктов из сточных вод.

Ключевые слова: нефтепродукты, сточная вода, флотация

EXTRACTION OF PETROLEUM PRODUCTS FROM WATER MEDIA BY FLOTATION

Ilin E.N., the student

Zhelovitskaya A.V., candidate of chemical Sciences, assistant Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: the technological scheme of the process of flotation extraction of petroleum products from wastewater has been developed.

Keyword: petroleum products, wastewater, flotation

В соответствии с критериями отнесения объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения НДТ, к объекту первой категории относится осуществление деятельности по производству нефтепродуктов. Присвоение категории объекту осуществляется при постановке его на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. А значит, предприятия нефтепереработки попадают под требование применения наилучших доступных технологий ИТС НДТ 30 - 2017 [1-4].

Нефтепродукты являются неотъемлемым ресурсом в процессе жизнедеятельности людей. Ежедневно различные переработанные фракции нефти используются людьми, будь то топливо или смазочные материалы для автотранспорта, авиатехники, или же косметические средства и средства личной гигиены. Основными загрязнителями сточных вод нефтепродуктами являются добывающие и нефтеперерабатывающие предприятия, морские и речные нефтеналивные танкеры, нефтебазы, системы перекачки и транспортировка железнодорожным транспортом. Это обстоятельство требует поиска эффективных методов очистки промышленных стоков как с экологической, так и с экономической сторон [5]. Классическими методами очистки являются методы сорбции и флотации. Это обусловлено простым и компактным исполнением установок сорб-

ционной и флотационной очисток.

В силу того, что на предприятии нефтепереработки загрязняющие вещества – нефтепродукты являются гидрофобными, метод флотации можно рекомендовать как приемлемый ввиду которого степень очистки достигает 96%.

При сбросе сточных вод с нефтеперерабатывающего предприятия выделяются следующие состояния нефти (эмульгированная, всплывающая, растворенная), находящиеся в водной среде. Они могут влиять на санитарное состояние вод. Нефтепродукты, нерастворимые в воде, образуют нефтяную пленку различной толщины. Как правило, в месте сброса – около микрона, а на более отдаленных участках – доли микрон. Они имеют свойство продолжительного удерживания на поверхности вод. Это пагубно влияет на кислородный режим водоема. Эта пленка может распределиться на прибрежной части, что приведет к загрязнению растительности, находящейся на ней.

В месте сброса тяжелые продукты нефти могут оседать на дно и способствовать вторичному загрязнению объекта. Всего за 30 дней загрязнение воды уменьшается на 15 % при температуре 5 °С, 40 – 50 % при 20 °С, следовательно, нефтепродукты стабильны в воде [6].

На рисунке 1 представлена технологическая схема очистки СВ от нефтепродуктов. Сплошные линии – движение СВ, а прерывистые линии – движение сжатого воздуха. сточные воды по трубопроводу поступают в бак для сбора сточных вод (БСВ). Посредством насоса загрязненная нефтепродуктами вода перекачивается в нефтеловушку. По завершении некоторого времени и проведения в ней процессов, в дальнейшем, с поверхности воды нефть удаляется и направляется в бак сбора нефтепродуктов (БСН), а осевшие тяжелые фракции – в бак сбора тяжелых фракций (БТФ). Сточная вода, прошедшая предварительную очистку, перекачивается насосом во флотатор, причем в поток подается флокулянт посредством дозатора. Далее, в перфорированный трубчатый аэратор подается сжатый воздух. Проходит процесс флотации. Образовавшаяся в процессе флотации пена, периодически удаляется с поверхности воды при помощи сдувания сжатым воздухом. Флотопена попадает в отведенный для нее бак, а далее в БСН. После проведения процесса флотации, вода уходит самотеком. В донной части флотокамеры имеется промывной штуцер, на случай необходимости этого действия.

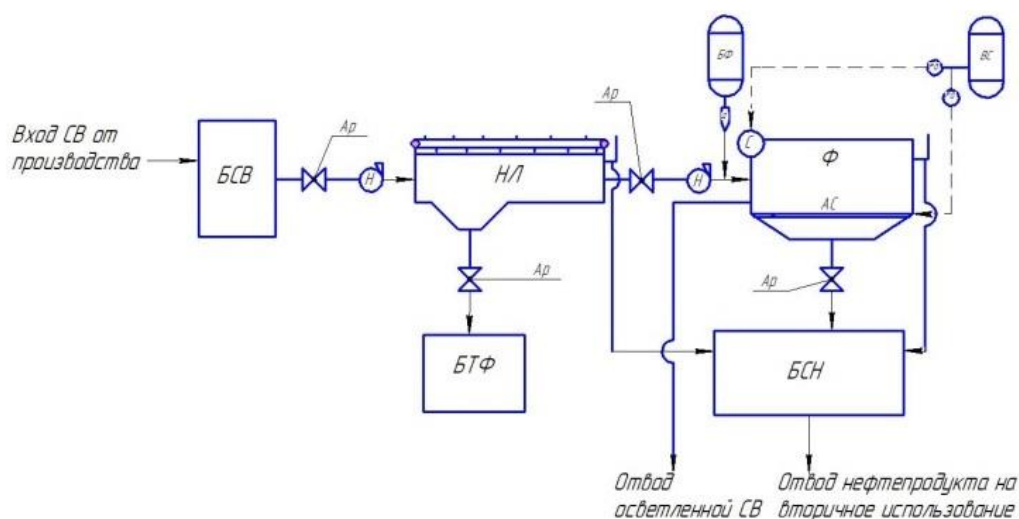


Рис. 1. Технологическая схема очистки сточных вод от нефтепродуктов: БСВ – бак со сточной водой, Н – насос, НЛ – нефтеловушка, БТФ – бак сбора тяжелых фракций, Ф – флотатор, БФ – бак с флокулянтom, ВС – воздушная станция, БСН – бак сбора нефтепродуктов, Ар – арматура (запорная), Д – дозатор, С – сдвуха, АС – аэрационная система

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды».
3. Токарев Ю. И., Андреев Р. В. Малотоннажное производство нефтепродуктов для отдаленных нефтегазовых регионов РФ // Русские нефтехимические технологии. – 2014. – № 7(39). – С. 46-47.
4. Информационно технологический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС – 30-2017. – М.: изд – во Бюро НДТ. – 2017.
5. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимическая деструкция ароматических соединений // Вестник технологического университета. 2014. – Т. 17. – № 9. – С. 262-266.
6. Лапин А.П., Новиков А.Н., Глухов А.В., Садыков Р.Р. Опасное и вредное воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. - № 1(24). – С. 98 – 106.

УДК 628.3

РАЗРАБОТКА ФЛОТАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД

Ильин Е.Н., обучающийся

Желовицкая А.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: разработана флотационная установка для извлечения нефтепродуктов из сточных вод предприятий нефтепереработки.

Ключевые слова: нефтепродукты, сточная вода, флотация

DEVELOPMENT OF A FLOTATION PLANT FOR EXTRACTING PETROLEUM PRODUCTS FROM WATER MEDIA

Ilin E.N., the student

Zhelovitskaya A.V., candidate of chemical Sciences, assistant Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: a flotation unit has been developed for extracting petroleum products from the wastewater of oil refining enterprises.

Keyword: petroleum products, wastewater, flotation

Согласно ИТС 8 – 2015 [1], а именно в разделе НДТ В – 3 (очистка сточных вод от нефтепродуктов, минеральных масел и жиров) допускается применение одного и (или) нескольких подходов, приведенных ниже, с учетом условий применимости:

- 1) отделение основного количества неэмульгированных нефтепродуктов (жиров) в нефтеловушках (жироловках);
- 2) отделение основного количества эмульгированных нефтепродуктов и жиров с помощью флотации и (или) аэробной биологической очистки;
- 3) использование деэмульгирующих химических веществ перед последующей механической и физико-химической очисткой;
- 4) тонкая очистка от нефтепродуктов с помощью коалесцентных фильтров, сорберов, биосорберов [1, 2].

В данной работе предложено реализовать ступенчатую систему очистки стоков предприятий нефтепереработки, заключающуюся в отделении основного количества неэмульгированных нефтепродуктов в нефтеловушках, а остаточное ее содержание извлекать методом флотации с выделением воздуха из жидкости – доочистка.

Немаловажным фактором в данном процессе являются: размер и устойчивость пузырька, а также расход воздуха, подаваемого на флотацию. При ис-

пользовании разных флотореагентов, расход воздуха может отличаться, а, следовательно, отличается степень очистки смеси. Это можно установить опытным путем. Так, на примере флотореагентов марок «Флопам» и Zetag авторам статьи [3] удалось выяснить, что наибольшим эффектом очистки обладает флотореагент «Флопам» в концентрации 8 мг/л. Именно в этой концентрации степень очистки достигла 90 % при времени проведения флотации 30 мин. и расходом воздуха 20 л/ч. Диаметр пор составил 40 мкм.

С целью влияния размера частиц - пузырька воздуха на эффективность флотации была выполнена задача по определению объема, диаметра пузырька и числа пузырьков газа, необходимого для подъема образующегося комплекса «пузырек-частица», при флотации частиц из сточной воды [4].

I. Определение технологических параметров флотации: Вариант 1.

Исходные данные:

Плотность частиц $\rho_{\text{ч}} = 1150 \text{ кг/м}^3$

Размер частиц $d = 0,55 \text{ мм} = 0,55 \times 10^{-3} \text{ м}$

Плотность воды $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$

Решение:

1) Определение объема флотируемых частиц:

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_{\text{ч}}^3}{6} = \frac{3,14 \times (0,55 \times 10^{-3})^3}{6} = 8,7 \times 10^{-11} \text{ м}^3$$

2) Объем пузырька газа:

$$V_{\text{п}} = V_{\text{ч}} \frac{\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} = (8,7 \times 10^{-11}) \times \frac{1150 - 1000}{1000} = 1,3 \times 10^{-11} \text{ м}^3$$

т.е. $\frac{V_{\text{ч}}}{V_{\text{п}}} = 6,6$ – объем частицы в 6,6 раз больше объема пузырька.

3) Диаметр пузырька $d_{\text{п}}$:

$$d_{\text{п}} = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{п}}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 1,3 \times 10^{-11}}{3,14}} = 0,000291 = 2,91 \times 10^{-4} \text{ м}$$

4) Рассчитаем число прикрепленных пузырьков, которое может обеспечить подъем образующегося комплекса «пузырек – частица» при $R = 0$. Так как на данный комплекс действуют три силы $F_{\text{А}}$ – подъемная сила Архимеда, $F_{\text{Т}}$ – сила тяжести частицы, R – сила сопротивления жидкой среды, уравнение примет следующий вид: $F_{\text{А}} = F_{\text{Т}} + R$

5) Сила тяжести, действующая на частицу:

$$F_{\text{Т}} = m_{\text{ч}}g = \rho_{\text{ч}}V_{\text{ч}}g = 1150 \times 8,7 \times 10^{-11} \times 9,81 = 9,81 \times 10^{-7} \text{ Н}$$

6) Подъемная сила Архимеда одного пузырька газа:

$$F_{\text{А(1)}} = \rho_{\text{ж}}V_{\text{п}}g = 1000 \times 1,3 \times 10^{-11} \times 9,81 = 1,27 \times 10^{-7} \text{ Н}$$

7) Число прикрепленных пузырьков к частице:

$$n = \frac{F_{\text{Т}}}{F_{\text{А(1)}}} = \frac{9,81 \times 10^{-7}}{1,27 \times 10^{-7}} = 7,7; 8 - \text{пузырьков}$$

II. Определение технологических параметров флотации: Вариант 2.

Исходные данные:

Плотность частиц $\rho_{\text{ч}} = 1100 \text{ кг/м}^3$

Размер частиц $d = 0,45 \text{ мм} = 0,45 \times 10^{-3} \text{ м}$

Плотность воды $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$

Решение:

1) Определение объема флотируемых частиц:

$$V_{\text{ч}} = \frac{\pi d_{\text{ч}}^3}{6} = \frac{3,14 \times (0,45 \times 10^{-3})^3}{6} = 4,76 \times 10^{-11} \text{ м}^3$$

2) Объем пузырька газа:

$$V_{\text{п}} = V_{\text{ч}} \frac{\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} = (4,76 \times 10^{-11}) \times \frac{1100 - 1000}{1000} = 4,76 \times 10^{-12} \text{ м}^3$$

т.е. $\frac{V_{\text{ч}}}{V_{\text{п}}} = 10$ – объем частицы в 10 раз больше объема пузырька.

3) Диаметр пузырька $d_{\text{п}}$:

$$d_{\text{п}} = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{п}}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 4,76 \times 10^{-12}}{3,14}} = 0,000208 = 2,08 \times 10^{-4} \text{ м}$$

4) Рассчитаем число прикрепленных пузырьков, которое может обеспечить подъем образующегося комплекса «пузырек – частица» при $R = 0$. Так как на данный комплекс действуют три силы $F_{\text{А}}$ – подъемная сила Архимеда, $F_{\text{Т}}$ – сила тяжести частицы, R – сила сопротивления жидкой среды, уравнение примет следующий вид $F_{\text{А}} = F_{\text{Т}} + R$

5) Сила тяжести, действующая на частицу:

$$F_{\text{Т}} = m_{\text{ч}}g = \rho_{\text{ч}}V_{\text{ч}}g = 1100 \times 4,76 \times 10^{-11} \times 9,81 = 5,13 \times 10^{-7} \text{ Н}$$

6) Подъемная сила Архимеда одного пузырька газа:

$$F_{\text{А(1)}} = \rho_{\text{ж}}V_{\text{п}}g = 1000 \times 4,76 \times 10^{-12} \times 9,81 = 4,66 \times 10^{-8} \text{ Н}$$

7) Число прикрепленных пузырьков к частице:

$$n = \frac{F_{\text{Т}}}{F_{\text{А(1)}}} = \frac{5,13 \times 10^{-7}}{4,66 \times 10^{-8}} = 12 \text{ пузырьков}$$

В Таблице 1 приведены результаты расчета процесса флотации при заданных параметрах.

Таблица 1.

Сравнительные расчетные данные процесса флотации

Параметр	Плотность частиц $\rho_{\text{ч}} = 1100 \text{ кг/м}^3$	Плотность частиц $\rho_{\text{ч}} = 1150 \text{ кг/м}^3$
$F_{\text{Т}}, \text{ Н}$	$5,13 \times 10^{-7}$	$9,81 \times 10^{-7}$
$F_{\text{А}}, \text{ Н}$	$4,66 \times 10^{-8}$	$1,27 \times 10^{-7}$

Согласно научно-технической литературе по расчету флотационного процесса, высота столба жидкости, через который будет пропускаться воздух (а

именно воздух, прошедший через пористый материал) принимаем за 1800 мм. Остальные конструктивные размеры флотационной камеры выбирали исходя из предложений различных фирм, занимающихся разработкой флотационных установок и размещаемых на различных сайтах в сети Интернет [5-7]. На рис. 1 представлен чертеж разработанной нами флотационной установки для извлечения нефтепродуктов из сточных вод. Доработанным элементов установки является включение вентилятора для сдува флотопены.

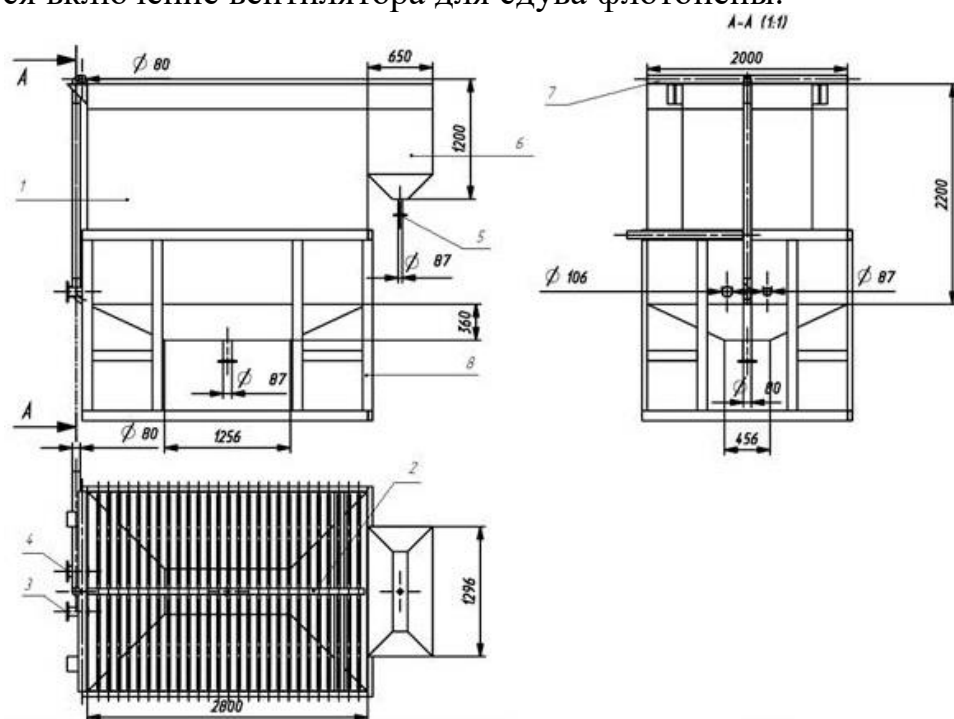


Рис. 1. Устройство флотационной установки:

1 – камера флотационная, 2 – система аэрационная (перфорированная трубчатая), 3 – трубопровод входа СВ, 4 – трубопровод вывода осветлённой воды, 5 – трубопровод выпуска флотопены, 6 – камера для флотопены, 7 – сдувка флотопены, 8 – стойка – основание флотатора, 9 – штуцер

Литература:

1. Информационно технологический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС – 8-2015. – М.: изд – во Бюро НДТ. – 2015.
2. Дресвянников А.Ф., Желовицкая А.В. Очистка сточных вод от ароматических соединений в коаксиальном бездиафрагменном электрохимическом реакторе // вестник технологического университета, 2012. – Т. 15. – № 23. – С. 74-77.
3. Тархов Л. Г. Подбор оптимальных условий для флотационной очистки воды, загрязненной нефтепродуктами // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. химическая технология и биотехнология. – 2013. – № 2. –С. 108 – 117.
4. Ветошкин А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод. Учебное пособи. 2-е изд., исп. и доп. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 296 с.

5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://promwater.ru/catalog/ochistka_stochnyh_vod/napornye_flotatory/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=46640194&utm_content=9166663443&utm_term=флотатор&roistat=direct7_search_9166663443_флотатор&roistat_referrer=none&roistat_pos=premium_1&yclid=6123690867488487760

6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stowater.com/katalog-oborudovaniya/flotator-napornyj.html?calltouch_tm=yd_c:48907618_gb:4281024531_ad:9531480020_ph:21829678683_st:search_pt:premium_p:2_s:none_dt:desktop_reg:43_ret:_apt:none&utm_medium=cpc&utm_source=yandex&utm_campaign=flotatory__rk_poisk_48907618&utm_content=9531480020&utm_term=флотатор&roistat=direct1_search_9531480020_флотатор&roistat_referrer=none&roistat_pos=premium_2&yclid=6123697859656973000

7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rosintereco.ru/?page_id=89&yclid=6123717671753382636

УДК 628.3

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ СТОКОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ АЗС И ПРОИЗВОДСТВАХ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Юркеева В.В., обучающийся

Желовицкая А.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: представлен обзор перспективных способов извлечения взвешенных веществ и нефтепродуктов из стоков автозаправочных станций

Ключевые слова: автозаправочные станции, сточные воды, нефтепродукты, очистка

ANALYSIS OF METHODS FOR CLEANING EFFLUENTS GENERATED ON THE TERRITORY OF GAS STATIONS AND OIL PRODUCTS PROCESSING PLANTS

Yurkeeva V.V., the student

Zhelovitskaya A.V., candidate of chemical Sciences, assistant Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: an overview of promising methods for extracting suspended substances and petroleum products from the effluents of gas stations is presented.

Keyword: gas stations, wastewater, petroleum products, cleaning

С каждым годом рост автотранспорта только увеличивается. В этой связи возрастает число автозаправочных станций. Однако это обстоятельство приводит к ухудшению экологической ситуации – загрязнение почвы и подземных вод как на территории АЗС, так и других объектах, обеспечивающих продуктами нефтепереработки. Причинами, вызывающими разлив нефтепродуктов, являются неисправности технологического оборудования, дефекты и разгерметизация резервуаров, потери при наполнении и опорожнении резервуаров и емкостей нефтепродуктами, аварийные проливы и т.д.

Автозаправочные станции, автотранспортные предприятия, использующие в своей производственной деятельности нефтепродукты, в основном располагаются на открытых площадках и сосредоточены на развитых дорожных сетях, с которых отводятся дождевые сточные воды, загрязненные вредными частицами и отходами нефтепродуктов: бензин, дизельное топливо, масла и другие, концентрации которых могут достигать 10 г/л. Эти сточные воды представляют опасность для окружающей среды и перед сбросом должны быть очищены до экологических нормативов.

Предметом деятельности автозаправочных станций является: оптовая и розничная реализация нефти, газа и продуктов их переработки; хранение нефти, газа и продуктов их переработки; транспортировка нефти, газа и продуктов их переработки автомобильным, железнодорожным, трубопроводным транспортом; создание и эксплуатация, как собственных, так и арендованных нефтебаз, автозаправочных (АЗС), автогазозаправочных (АГЗС) и многотопливных автозаправочных (МАЗС) станций; техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств, предоставление услуг станций техобслуживания (СТО), автомоек и иного сопутствующего сервиса;

Доставка нефтепродуктов на АЗС может осуществляться автомобильным, железнодорожным, трубопроводным или водным транспортом.

На автозаправочных станциях запасы нефтепродуктов хранятся в двухсекционных резервуарах или фасуются в специальные тары. Отпуск нефтепродуктов осуществляется исключительно топливораздаточными колонками (ТРК) в баки транспортных средств. Производственные сточные воды предприятий ГКНП, сбрасываемые в производственно-дождевую канализацию, в основном загрязнены нефтепродуктами (300 - 10000 мг/л) и механическими примесями (100 - 600 мг/л).

Перед сбросом промышленных и сточных вод с территории АЗС в городскую водосточную сеть или водоемы они должны быть очищены в соответствии с существующими нормативными требованиями до концентрации в них нефтепродуктов – 0,05 мг/л.

Важное практическое значение для выбора метода и способа очистки, а, следовательно, минимизация затрат на их проведение имеет выявление дифференцированной картины загрязнения территории.

Согласно данным работы [1] существует два возможных пути очистки загрязненных вод с территорий АЗС: 1) извлечение из воды многих примесных со-

единений (загрязняющих веществ); 2) отделение воды от множества примесей.

Первый путь имеет такие недостатки как: невозможность обеспечения очистки воды до норм ПДК, ввиду необходимости применения ряда последовательно-параллельных фильтрующих устройств, каждое из которых способно обеспечить извлечение только одного конкретного типа примеси. Тогда как второй путь позволяет располагать одним фильтрующим устройством для отделения на молекулярном уровне молекул воды, что и делает данный путь наиболее приемлемым, а также имеет простое конструктивное исполнение.

Распространенными технологиями в системе очистки стоков от нефтепродуктов являются системы механической очистки с использованием механических и биологических фильтров, а также окислительные и электрохимические методы [2]. В качестве фильтрующих материалов применяют гравий, песок, пористые материалы, полимер-бетон и др. Также эффективным способом удаления нефтепродуктов является обработка воды импульсным электромагнитным полем, мембранные технологии и сорбционные методы [3].

Стоки автозаправочных станций, постов мойки автомашин представляют собой эмульгированные стоки, сочетающие в себе агрегативную и биологическую устойчивость, а также разнородный дисперсный и химический состав. Классическими способами очистки таких стоков являются механические методы с использованием нефтеловушек, жироловушек, отстойников, фильтров и т.д. Однако данные методы не способны достаточно эффективно извлекать нефтепродукты. Данное обстоятельство (проблема) вызывает необходимость внедрение наиболее современных методов водоочистки с использованием новых технологий. Одним из возможных методов являются мембранные [4]. В качестве материала мембран используют мембраны, выполненные из гидрофильных материалов – ацетат целлюлозы, полисульфон, акрилонитрил и т.д. Однако в процессе эксплуатации возникает явление концентрационной поляризации, вследствие чего поры мембран закупориваются и снижается производительность процесса. Согласно результатам работы [4] интенсифицировать процесс мембранной очистки можно путем плазменной обработки мембран. Авторы [4] проводили ультрафильтрационное разделение модельного раствора эмульгированных сточных вод. Полиакрилонитриловые мембраны обрабатывались предварительно в потоке высокочастотной емкостной плазмой в газовой среде аргона и воздуха в соотношении 70:30, соответственно. Обработка мембран плазмой способствует увеличению производительности в 3 раза и снижению ХПК фильтратов модифицированных фильтрэlementов. Наименьшее значение ХПК достигнуто при режиме обработки мембран плазмой в течение 7 минут при напряжении на аноде 7,5 кВ. Следующим этапом работы была проведена адсорбция. В качестве адсорбционного материала применялся клиноптилолит, диатомит и активированный уголь. Процесс осуществляли в динамическом режиме. Установлено, что лучшим материалом является активированный уголь, а худшим – клиноптилолит. Таким образом эффективность адсорбции увеличивается в ряду: клиноптилолит – диатомит – активированный уголь.

Авторы [5] разработали ступенчатую систему очистки ливневых стоков автозаправочных станций. Первая ступень очистки предусматривает коагуляцию взвешенных веществ на основе коагулирующей суспензии, полученной путем обработки пыли электродуговых сталеплавильных печей серной кислотой в течение 20 минут. Образующаяся суспензия содержит большое количество соли $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. На второй ступени очистка стоков предусматривает извлечение нефтепродуктов с помощью сорбционного материала – термически модифицированного листового каштанового опада (ЛКО). Согласно данным исследований работы [5] химический состав сточных вод содержит остатки бензина, дизельного топлива, машинного масла, взвешенных веществ. По химическому составу бензин АИ-95 содержит % вес: ароматика (41, 86); изопарафины (30,56); нафтенны (17,46); парафины (9,63); и др. Например, в бензине АИ-95 содержатся такие углеводороды как (% вес): *i*-пентан (15,92); циклопентан/2-метил-2-метоксипропан (13,68); толуол (17,58); бензол (3,54); *n*-пентан (2,15) и др. По результатам экспериментального исследования добавление модифицированного ЛКО в количестве 2,5 г/дм³ приводит к эффективности очистки по нефтепродуктам 92,8%; ХПК снижается на 84,8%. Предварительная коагуляция суспензией на основе пыли электродуговых сталеплавильных печей приводит к снижению в сточных водах взвешенных веществ до 94,2%. Таким образом данная технология имеет в качестве достоинств низкую стоимость и высокий эффект очистки.

Перспективным направлением в технологиях сорбционного извлечения углеводородов из сточных вод является создание гибридных органо-минеральных адсорбентов. Такие композиционные материалы обладают сорбционными, физико-механическими и эксплуатационными характеристиками [3]. Так, авторы [3] провели очистку сточной воды с содержанием нефтепродуктов и взвешенных веществ через сорбционный фильтр, состоящий из слоя песка и гидрофобизированного перлита различных фракций. Применяемые сорбенты достаточно эффективно снижают содержание взвешенных веществ в 16 -18 раз. Перманганатная окисляемость уменьшается в 1,5-2 раза. В случае нефтепродуктов очистка прошла лучше с перлитом меньших фракций (3-5 мм). При использовании сорбента данной фракции содержание нефтепродуктов снижается в 23 раза. Тогда как в случае процесса обезжелезивания уместно использовать крупную фракцию перлита (5-7 мм). Таким образом использование перлита мелкой фракции эффективно при извлечении взвешенных веществ, нефтепродуктов и снижения перманганатной окисляемости, а крупных фракций в случае обезжелезивания. Степень извлечения нефтепродуктов напрямую зависит от размера фракций сорбционного материала – перлитов.

Литература:

1. Мелконянц Н.Г., Кодзаев Ю.В. Загрязнение подземных вод на территориях АЗС и методы очистки загрязненных вод // 2004. – С. 153-154.
2. Желовицкая А.В., Дресвянников А.Ф. Электрохимическая деструкция ароматических соединений // Вестник технологического университета. 2014. –

Т. 17. - № 9. – С. 262-266.

3. Арефьева О.Д., Перфильев А.В., Юдаков А.А., Ксеник Т.В. Сорбционная очистка нефтесодержащих сточных вод гидрофобизированными перлитами // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2016. - № 3. – С. 30-33.

4. Дряхлов В.О., И.Г. Шайхиев, И.Ш. Абдуллин, А.В. Федотова Очистка водомасляных эмульсий комбинированным методом с использованием мембранных и сорбционных технологий // Экспозиция. Нефть. Газ, 2015. –№ 2 (41). – С. 62-65.

5. Святченко А.В., Сапронова Ж.А. Очистка ливневых стоков автозаправочных станций от нефтепродуктов и взвешенных веществ // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2020. – № 2(76). – С. 23-34.

УДК 628.3

УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Юркеева В.В., обучающийся

Желовицкая А.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: приведен обзор установок по очистке стоков от нефти и нефтепродуктов. Установлено, что приемлемыми с экологической и экономической точек зрения устройствами очистки являются коалесцирующий фильтр и наклонный аппарат по сбору нефтепродуктов, которые способны обеспечивать полноту извлечения нефти и ее отделение от воды.

Ключевые слова: автозаправочные станции, нефтепродукты, сточные воды

DEVICES FOR CLEANING EFFLUENTS FROM OIL AND PETROLEUM PRODUCTS

Yurkeeva V.V, the student

Zhelovitskaya A.V.,

candidate of chemical Sciences, assistant Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: an overview of wastewater treatment plants for oil and petroleum products is given. It is established that the coalescing filter and an inclined device for collecting petroleum products are acceptable from an environmental and economic point of view, which are able to ensure the completeness of oil extraction and its separation from water.

Keyword: gas stations, petroleum products, waste water

Автозаправочные станции (АЗС), места парковок и места обслуживания автотранспорта используют продукты нефтепереработки – бензин, масла, дизельное топливо и др. Данные территории располагаются на открытых участках, что способствует неизбежному попаданию осадков и образованию ливневых стоков. Помимо этого, загрязняющими веществами стоков таких территорий являются взвешенные вещества песчано-глинистой природы. После сооружений локальной очистки такие стоки поступают в городскую канализацию, поэтому содержание нефтепродуктов в них строго регламентируется согласно нормам ПДК. Особенностью таких стоков является колебания загрязняющих веществ в составе сточных вод, вызванные сезонными изменениями и осуществлением различных этапов хозяйственно-производственных процессов, а также характером подстилающей поверхности. В этой связи разработка недорогих и эффективных систем локальной очистки стоков является актуальной задачей, способной решать, как экологические, так и экономические проблемы.

В патенте [1] предлагается коалесцентный фильтр для очистки сточных вод от механических примесей, взвешенных веществ и нефтепродуктов. Особенностью предлагаемого фильтра является наличие двух решеток с различным диаметром ячеек для задерживания механических примесей и взвешенных веществ, а также наличие трех внутренних элементов с большим, средним и маленьким диаметрами отверстий для коалесценции нефтепродуктов.

Другой разработкой [2] является установка очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов также с использованием коалесцентного фильтра (рис 1). Установка предполагает наличие фильтра-отстойника конусного типа для удаления механических примесей; коалесцентного фильтра, включающего элементы с отверстиями разного диаметра; резервуаров для шлама, чистой воды и резервуар для сбора нефти и нефтепродуктов. Также в данной установке имеются фильтры грубой и тонкой очистки. Особенностью коалесцентного фильтра (рис. 2) является наличие трех элементов с различными отверстиями. Ввиду разности отверстий нижнего, среднего и верхнего элементов происходит постепенное увеличение размеров капель нефтепродуктов и нефти, т.е. их дополнительная коалесценция. Помимо коалесцентных элементов с различным размером отверстий фильтр содержит в верхней части гибкие рукава с поплавками и всасывающие головки с щелями для забора нефтепродуктов. Первоначально сточная вода, содержащая взвешенные вещества, механические примеси и нефтепродукты поступает в фильтр-отстойник, в котором осаждается часть механических примесей за счет гравитационных сил. Механические примеси более крупного диаметра задерживаются сеткой большего диаметра, а мелкие – сеткой меньшего диаметра. Затем вода поступает в вертикальный резервуар, снабженный коалесцентным фильтром. Вследствие меньшего удельного веса нефтепродуктов и нефти по сравнению с удельным весом воды они поднимаются вверх и контактируют с поверхностями элементов, при этом капли скользят по поверхности элементов и скапливаются, таким образом происходит их коалесценция. Далее капли нефтепродуктов через отверстие верхнего элемента в

коалесцентном фильтре поднимаются в верхний слой жидкости. Потом с помощью заборной трубки для откачки нефтепродуктов нефть и ее продукты поступают с верхним слоем воды в отдельный резервуар. Сточная вода с содержащимися нефтью и нефтепродуктами подается на фильтр грубой очистки, затем фильтр тонкой очистки мембранного типа, а затем в резервуар чистой воды. Фильтры грубой и тонкой очисток способствуют извлечению взвешенных веществ и оставшейся малой части нефтепродуктов. Чистая вода из резервуара откачивается электронасосной установкой в городскую ливневую канализацию или на грунт. Эффективная откачка нефтепродуктов с верхним слоем воды в отдельный резервуар позволяет увеличить минимальные размеры пор ячеек фильтрующих перегородок от 50 Å до 200 Å и более, что способствует обеспечению повышения производительности установки. Откачка нефтепродуктов из отдельного резервуара осуществляется с помощью электронасосной установки в автомобильную цистерну и сдаются на нефтеперерабатывающий завод для дальнейшей переработки, что обеспечивает экономический эффект. Также откачка нефтепродуктов в отдельный резервуар уменьшает нагрузку на фильтр тонкой очистки, снижает энергоемкость процесса очистки и повышает производительность установки.

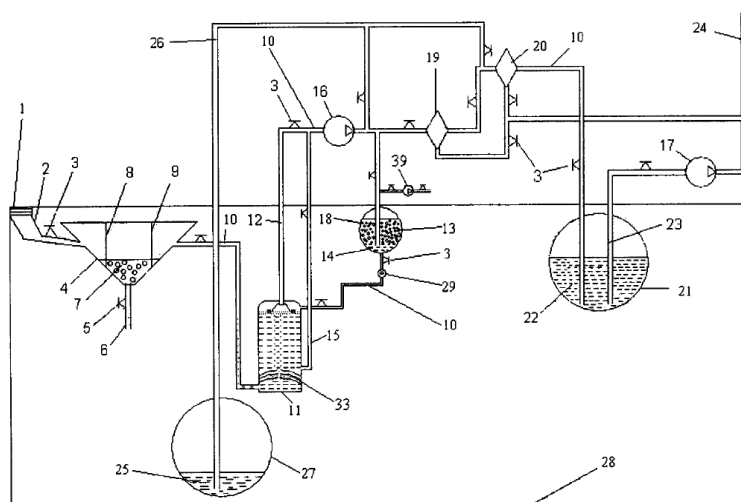


Рис. 1. Установка очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов также с использованием коалесцентного фильтра:

4 – фильтр-отстойник конусного типа, 8, 9 – сетки крупного и малого диаметров для задерживания механических примесей, 18 – резервуар для сбора нефтепродуктов, 19 – фильтр грубой очистки, 20 – фильтр тонкой очистки мембранного типа, 21 – резервуар чистой воды, 25 – резервуар для шлама, 33 – коалесцентный фильтр

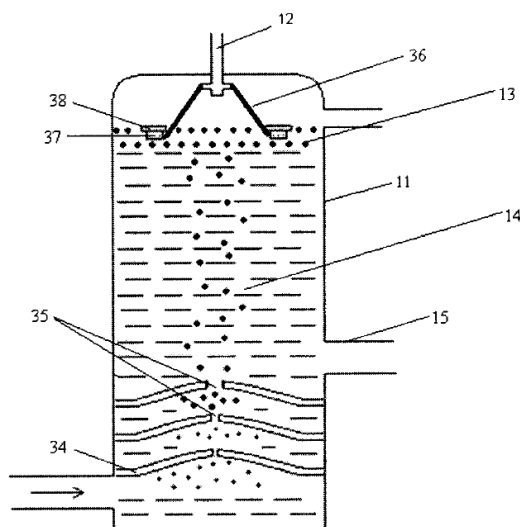


Рис. 2. Коалесцентный фильтр:

11 – коалесцентный фильтр, 12 – заборная трубка для откачки нефти и нефтепродуктов, 13 – нефть и нефтепродукты, 14 – сточная вода, 15 – подача загрязненной сточной воды, 34 – элементы с различным диаметром отверстий, 35 – отверстия, 36 – гибкие рукава, 37 – всасывающая головка, 38 – поплавков

В разработке [3] в технологическую установку (подобная установке на рис. 1) по очистке стоков от нефтепродуктов вместо коалесцентного фильтра предложено включить элемент напорной флотации. В данной схеме после фильтра-отстойника конусного типа сточная вода направляется в резервуар напорной флотации [4], куда с помощью эжектора подается воздух. При подъеме пузырьки воздуха захватывают с собой взвешенные вещества и поднимают их в верхний слой жидкости. Регулирование давления воздуха осуществляется клапаном сброса. Необходимо отметить, что все резервуары [2, 3] находятся под поверхностью земли. Предлагаемая схема очистки с элементом напорной флотации позволяет с помощью эжектора подсасывать воздух за счет напора воды, создаваемого насосом, расход воздуха при этом составляет 1,5 - 2,0 % от количества подаваемой воды, а на резервуаре установлен клапан сброса воздуха.

В разработке [5] аппарат для сбора нефтепродуктов оборудован системой охлаждения и связан с резервуаром для сбора сточной воды. Система охлаждения содержит теплообменник, линию охлаждения и блок охлаждения. Из резервуара сточной воды нефтепродукты с верхним слоем сточной воды поступают в отдельный наклонный аппарат, оператор включает холодильный блок для установки в теплообменнике температуры минус три градуса Цельсия. При этой температуре вода замерзает и превращается в лед, а нефтепродукты за счет наклона стекают в нижнюю часть аппарата. Угол наклона организован таким образом, чтобы наиболее полно откачивать нефтепродукты в автоцистерну. После откачки нефтепродуктов холодильный блок отключается и лед превращается в воду. Тем самым откачка нефтепродуктов в аппарат наклонного типа способствует уменьшению нагрузки на фильтр тонкой очистки, снижает энергоемкость

процесса очистки и увеличивает производительность установки. Охлаждение сточной воды до температуры минус 3°С позволяет более полное отделить нефтепродукты от воды и откачать их из аппарата полностью. Деструкцию органических соединений можно реализовывать электрохимическим способом методом окислительной деструкции в коаксиальном электрохимическом реакторе [6].

Литература:

1. Патент Коалесцентный фильтр для очистки сточных вод от нефтепродуктов, механических примесей и взвешенных веществ Богданов А.Ю., Матвеев Ю.А. RU 172 536 опубликовано 11.07.2017.

2. Патент Установка очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов с использованием коалесцентного фильтра Матвеев Ю.А., Маслеников А.Н., Вахрушева И.Н., Захарова Я.А. RU 158366 опубликовано 27.12.2015.

3. Патент Установка очистки сточных вод на автозаправочных станциях с использованием напорной флотации и резервуара для сбора нефтепродуктов Матвеев Ю.А., Маслеников А.Н., Вахрушева И.Н. RU 2613293 опубликовано 15.03.2017.

4. Патент Установка напорной флотации для очистки сточных вод на автозаправочных станциях Богданов А.Ю., Матвеев Ю.А. RU 194306 опубликовано 05.12.2019.

5. Патент Установка очистки сточных вод на автозаправочных станциях с применением системы охлаждения для отделения нефтепродуктов от воды Матвеев Ю.А., Чеботарев С.С., Маслеников А.Н., Денисюк А.Н., Балатанов А.А., Казенкин А.А., Курников Д.А., Мухмутов Р.Р. RU 143111 опубликовано 27.07.2014.

6. Дресвянников А.Ф., Желовицкая А.В. Очистка сточных вод от ароматических соединений в коаксиальном бездиафрагменном электрохимическом реакторе // вестник технологического университета, 2012. – Т. 15. – № 23. – С. 74-77.

УДК: 628.3

МИНИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФЕНОЛА, СОДЕРЖАЩЕГОСЯ В СТОЧНОЙ ВОДЕ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Биканова А.А., обучающийся

Мальцева С.А., кандидат химических наук, доцент

Григорьева И.Г., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация. Для минимизации техногенного воздействия фенола, содержащегося в сточной воде химического предприятия, на окружающую среду разрабо-

тана технологическая схема биохимической очистки сточной воды химического предприятия

Ключевые слова: фенол, аэротенк, вторичный вертикальный отстойник, приемная камера, воздуходувная станция, насосная станция, биогенная станция, смеситель.

MINIMIZATION OF THE TECHNOGENIC IMPACT OF PHENOL CONTAINED IN THE WASTE WATER OF A CHEMICAL ENTERPRISE ON THE ENVIRONMENT

Bikanova A. A., student

Maltseva S. A., candidate of chemical Sciences, associate Professor

Grigorieva I. G, senior lecturer

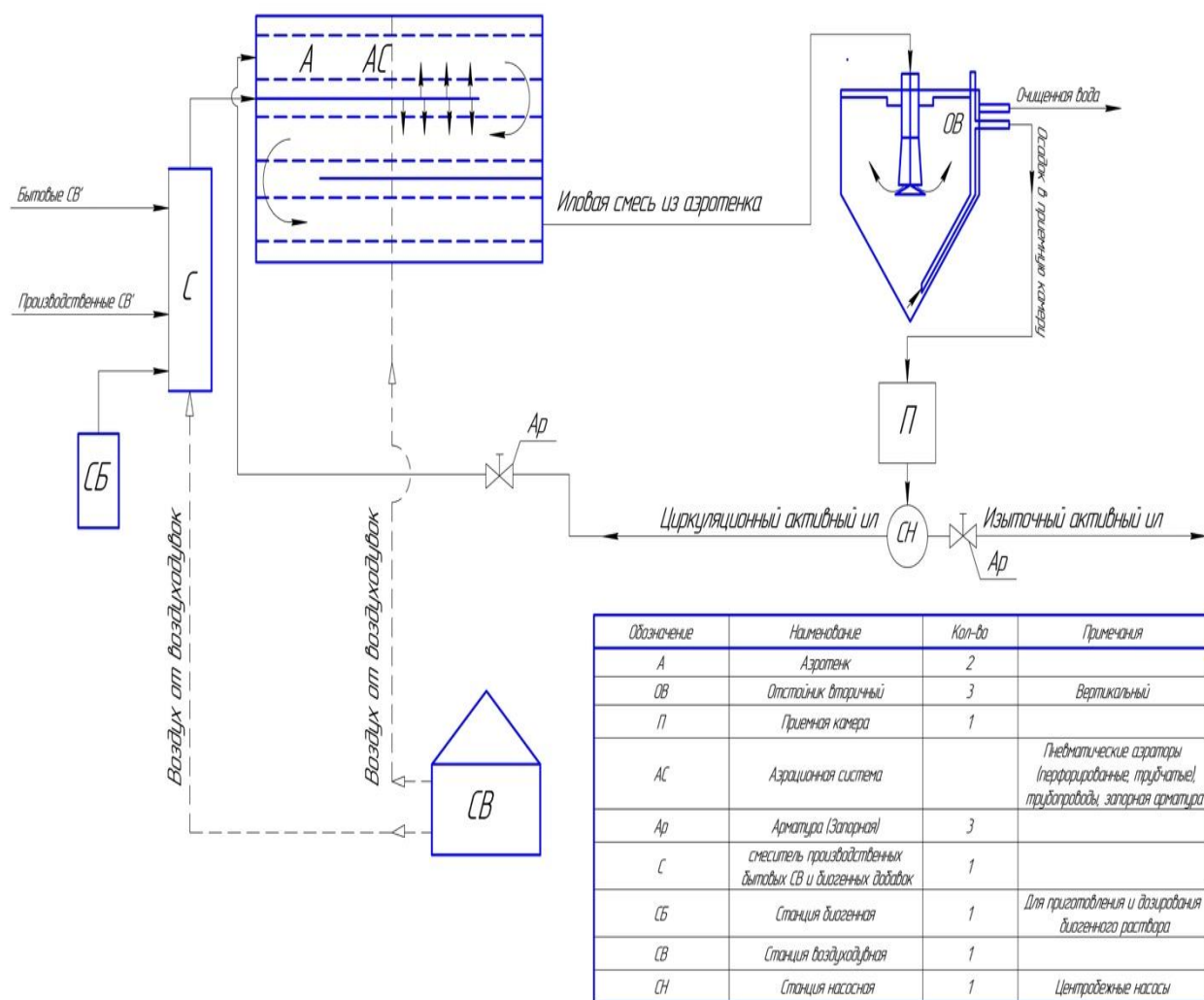
Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev – KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: To minimize the technogenic impact of phenol contained in the waste water of a chemical enterprise on the environment, a technological scheme for the biochemical treatment of waste water of a chemical enterprise has been developed.

Keywords: phenol, aeration tank, secondary vertical sump, receiving chamber, blower station, pumping station, biogenic station, mixer.

Из анализа научно-технической литературы [1] следует, что в технологическом процессе на химическом предприятии при производстве фенола и ацетона по кумольному методу, образуется загрязняющее вещество – фенол концентрацией 10 мг/л, который является одним из главных загрязнителей объектов окружающей среды в связи с их высокой токсичностью.

После анализа доступных технологий и методов очистки от сбросов загрязняющих веществ [1-4] предложена технологическая схема биологической очистки сточных вод химического предприятия, содержащих органические соединения в количествах, превышающих в 2-15 раз ПДК рыбохозяйственного значения. Технологическая схема комплексной очистки сточных вод (рис.1) включает: аэротенк, вторичный вертикальный отстойник, приемную камеру, воздуходувную станцию, насосную станцию, биогенную станцию, смеситель производственных бытовых сточных вод и биогенных добавок, от фенола с помощью метода биологической очистки, поскольку эффективность данного метода составляет 70-80% при удалении органических и некоторых неорганических веществ.



СВ-сточная вода после предварительной механической очистки

Рис. 1. Технологическая схема биохимической очистки

Производственные, бытовые сточные воды и биогенные вещества поступают в смеситель. После сточные воды и биогенные вещества поступают в аэротенк, где проходит биохимическое окисление органических веществ. Иловая смесь из аэротенка поступает в вторичный вертикальный отстойник, где происходит осаждение мелкодисперсных и коллоидных примесей. При разделении сточных вод от взвесей микроорганизмов в вторичном отстойнике, очищенная вода поступает на дальнейшую очистку, а осадок (активный ил) частично поступает в приемную камеру для того, чтобы снова подавать его в аэротенк, и частично выводят его, если образуется избыточный активный ил.

Воздух, вводимый с помощью пневматических или механических аэраторов — аэрационной системы, поступающий из воздухоподувной станции, перемешивает обрабатываемую сточную воду с активным илом и насыщает её кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий.

В соответствии полученными экспериментальными данным, реализованными на хроматографе «GC-2010 PLUS», концентрация фенола в водном объ-

екте равна $0,002271 \pm 0,0005618$ кг/дм³. ПДК фенола в природной воде равен $0,001$ кг/дм³, результат превышает норму ПДК в 2 раза, что подтверждает необходимость очистки сточных вод.

Литература:

1. Кирсанов В.В. Результаты исследований процесса биодеструкции в аэротенке основных загрязняющих веществ в зависимости от коэффициента рециркуляции активного ила и времени аэрации. // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №1 (169). С. 38-40.
2. Кирсанов В.В. Расчет основных параметров биосистемы в условиях биодеструкции токсичных загрязняющих веществ с меняющейся концентрацией в производственных сточных водах // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №8 (176). С. 57-60.
3. Кирсанов В.В. Методика определения технологических и геометрических параметров комбинированного аэротенка в условиях непостоянных нагрузок и залповых сбросов сточных вод химических предприятий // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №6. С.240-241.
4. Кирсанов В.В. Определение средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, характеризующихся нестабильной концентрацией загрязнений // Вестник технологического университета. 2015. Т.11. №6. С.216-218.

УДК: 628.3

МИНИМИЗАЦИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ВЫНОСА ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ С ОСВЕТЛЕННОЙ ВОДОЙ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ИЛОВОЙ СМЕСИ ВО ВТОРИЧНЫХ ОТСТОЙНИКАХ БОС

Биканова А.А., обучающийся

Мальцева С.А., кандидат химических наук, доцент

Григорьева И.Г., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация. Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность разделения иловой смеси во вторичных отстойниках, обуславливающие избыточный вынос взвешенных веществ с осветленной водой при биохимической очистке сточной воды химического предприятия. Произведен расчет технологических и конструктивных параметров вертикального вторичного отстойника.

Ключевые слова: иловая смесь, активный ил, вторичный вертикальный отстойник.

TO MINIMIZE EXCESS REMOVAL OF SUSPENDED SOLIDS FROM THE CLARIFIED WATER DURING THE SEPARATION OF SLUDGE MIXTURE IN SECONDARY CLARIFIERS BAREFOOT

Bikanova A. A., student

Maltseva S. A., candidate of chemical Sciences, associate Professor

Grigorieva I. G., senior lecturer

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev – KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The factors affecting the efficiency of separation of the sludge mixture in secondary settling tanks, causing excessive removal of suspended substances with clarified water during the biochemical treatment of waste water of a chemical enterprise, are considered. The calculation of technological and design parameters of the vertical secondary sump is made.

Key words: sludge mixture, activated sludge, secondary sedimentation tank vertical.

Из анализа научно-технической литературы [1-4] следует, что вторичные отстойники по принципу работы относятся к устройству механической очистки, но являются неотъемлемой частью сооружений биологической очистки. Чрезвычайно важная роль вторичных отстойников в технологической схеме любых очистных сооружений обусловлено тем, что в них продолжается процесс окисления адсорбированных хлопьями АИ загрязняющих веществ и они являются практически последним барьером после всех видов очистки перед сбросом в водоприемник.

Эффективность разделения иловой смеси во вторичных отстойниках, обуславливающая избыточный вынос взвешенных веществ с осветленной водой, зависит от многих факторов:

1) повышенная концентрация активного ила в иловой смеси, поступающей из сооружений биоочистки во вторичные отстойники;

2) высокий иловый индекс (более $150 \text{ см}^3/\text{г}$), характеризующий неудовлетворительные седиментационные свойства ила и являющейся, в основном, следствием нарушения оптимального соотношения между концентраций ЗВ на входе в БОС и рабочей дозы активного ила;

3) циклические изменения гидравлических нагрузок на отстойники и неравномерное распределение потоков иловой смеси между отдельными отстойниками и другие факторы.

Для нормальной эксплуатации вторичных отстойников и, прежде всего, для минимизации выноса взвешенных веществ с потоком осветленной воды необходимо поддерживать оптимальную верхнюю границу (высоту) разделительного слоя между осадком и осветленной водой (10-25% рабочей высоты отстойника).

Контроль за работой вторичных отстойников осуществляется по следующим показателям:

- 1) концентрация взвешенных веществ в осветленной воде (10 мг/дм^3 и менее);
- 2) степень рециркуляции возвратного активного ила;
- 3) концентрация активного ила в исходной иловой смеси (не более $4-6 \text{ мг/дм}^3$);
- 4) высота разделяемого слоя между осадками и осветленной водой;
- 5) высота уплотненного осадка;
- 6) уровень возвратного активного ила в приемной камере после вторичных отстойников;
- 7) концентрация растворенного кислорода в иловой жидкости (не менее 2 мг/см^3); при меньшей концентрации и залеживании ила возможного загнивание, следствием чего является повышенный вынос взвешенных веществ и ухудшение биоочистки в аэротенках.

Вертикальные отстойники цилиндрической формы представляет собой круглые резервуары с круглым и пирамидальным днищем (осадочная часть) для лучшего сползания осадка (рис. 1). Уклон стенок конусной осадочной части не менее 45° для конусного днища. Исходная иловая смесь из аэротенков подводится к центральной вертикальной трубе, оканчивающейся снизу раструбом. На расстоянии, равным $0,43$ диаметра центральной трубы от нижнего среза, подвешиваются отражательный воронкообразный щит с углом конусности 146° .

Назначение раструба и щита: гашение скорости истечения (падения) иловой смеси из центральной вертикальной трубы (скорость потока в нижнем створе вертикальной трубы между раструбом и отражательным щитом не более 15 мм/с , а скорость подъема жидкости не более $0,8-0,9 \text{ мм/с}$); изменение направления движения жидкости с нисходящего на восходящее; более равномерное распределение жидкости по сечению отстойника.

Удаление ила происходит через вертикальную трубу непрерывно после аэротенков (также как непрерывно подается и исходная смесь) под гидростатическим давлением столба жидкости (требуемый напор $0,9 \text{ м}$ после аэротенков). Нижний и верхний концы трубы открыты, нижний конец опущен до нижней точки конусообразного днища, верхний – поднят на $0,5 \text{ м}$ выше уровня жидкости в отстойнике. Объем иловой осадочной части принят равным объему выпадающего осадка; продолжительность его пребывания в отстойниках после биофильтров не должно превышать двое суток, а после аэротенков – 2 часа.

Между рабочей частью отстойника и его иловой частью предусмотрен нейтральный слой высотой $0,5 \text{ м}$.

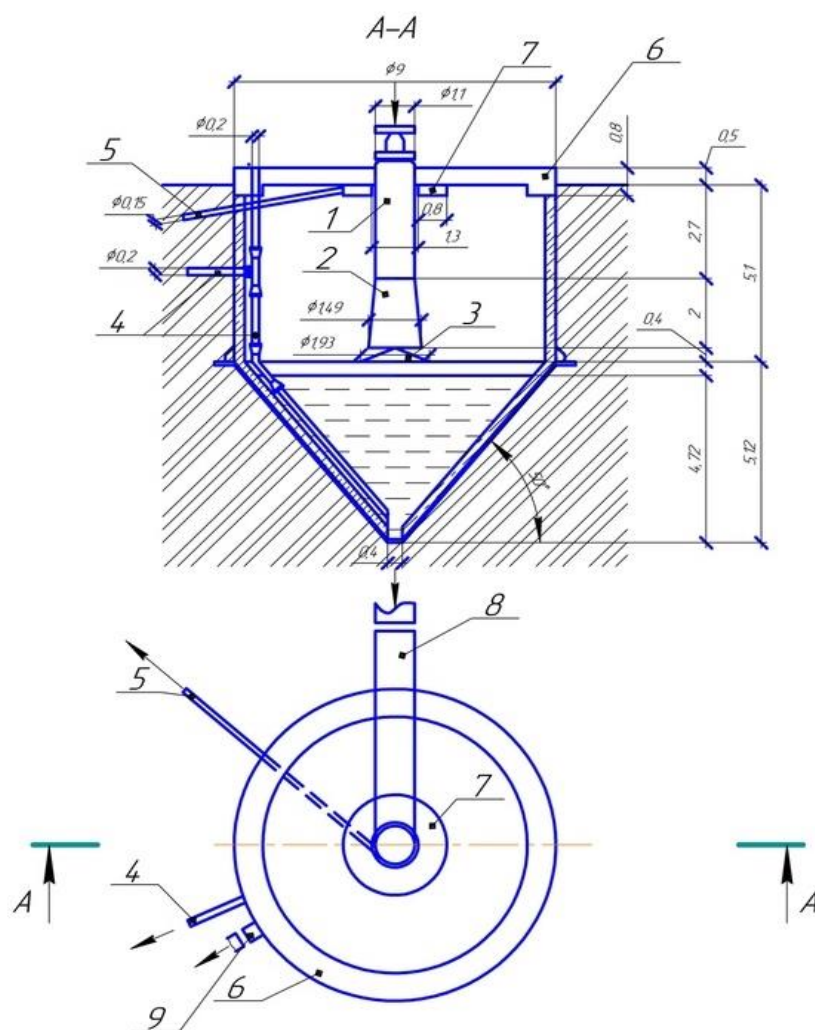


Рис. 1. Отстойник вертикальный

1 - центральная труба; 2 - раструб; 3 - отражательный щит; 4 - иловая труба; 5 - труба для удаления плавающих веществ; 6- сборный лоток; 7-кольцевой желоб; 8- подающий лоток; 9- отводящий лоток.

По центральной трубе загрязнённая вода поступает вниз, попадая на отражающий щит. После этого поток меняет направление, а диспергированная взвесь выпадает в осадок. Осветлённая вода поднимается вверх до кромки перелива, после которой переливается в периферийный лоток для сбора чистой воды. Шлам удаляется посредством илопровода из отстойной части.

Согласно расчету технологических и конструктивных параметров вертикального вторичного отстойника цилиндрической формы следует, что объем конической части предназначенной для аккумуляции осадка ($W_{ос} = 104,68 \text{ м}^3$) больше, чем объем ила в одном отстойнике ($V_{ил} = 101,23 \text{ м}^3$).

Объем конической части больше, чем объем ила в одном отстойнике, значит обеспечивается работоспособность вторичного отстойника.

Литература:

1. Кирсанов В.В Результаты исследований процесса биодеструкции в

аэротенке основных загрязняющих веществ в зависимости от коэффициента рециркуляции активного ила и времени аэрации. // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №1 (169). С. 38-40.

2. Кирсанов В.В. Расчет основных параметров биосистемы в условиях биодеструкции токсичных загрязняющих веществ с меняющейся концентрацией в производственных сточных водах // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №8 (176). С. 57-60.

3. Кирсанов В.В. Методика определения технологических и геометрических параметров комбинированного аэротенка в условиях непостоянных нагрузок и залповых сбросов сточных вод химических предприятий // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №6. С.240-241.

4. Кирсанов В.В. Определение средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, характеризующихся нестабильной концентрацией загрязнений // Вестник технологического университета. 2015. Т.11. №6. С.216-218.

УДК: 628.3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Шакиров А.С., обучающийся

Мальцева С.А., кандидат химических наук, доцент

Григорьева И.Г., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация. Для уменьшения техногенного воздействия на водные объекты путем биохимического метода очистки стоков разработана технологическая схема биохимической очистки сточной воды нефтехимического предприятия

Ключевые слова: аэротенк-вытеснитель, нефтеловушка, сепаратор, ректификационная колонна, аэротенк, вторичный отстойник, блок УФ-стерилизации.

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL SCHEME FOR BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

Shakirov A. S., student

Maltseva S. A., candidate of chemical Sciences, associate Professor

Grigorieva I. G., senior lecturer

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev – KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: To reduce the technogenic impact on water bodies by using the biochemical method of wastewater treatment, a technological scheme for biochemical wastewater treatment of a petrochemical enterprise has been developed.

Keywords: aeration tank-displacer, oil trap, separator, distillation column, aeration tank, secondary settling tank, UV sterilization unit.

Из анализа научно-технической литературы следует [1-4], что нефтехимическое предприятие является одним из источников загрязняющих органических веществ, поступающих в гидросферу.

Для очистки фенольных сточных вод применяют механические, физико-химические, химические, электрохимические, биологические методы, причём всегда в комбинации, поскольку ни один из известных методов очистки не позволяет добиться требуемых результатов.

Любая система удаления фенолов делится на несколько этапов, поскольку сточные воды редко представляют собой идеальную однофазную систему:

1) Предварительная очистка – предусматривает очистку от взвешенных и эмульгированных веществ и представляет собой в основном механическую обработку воды;

2) Локальная очистка позволяет удалить из воды физико-химическими методами часть фенолов;

3) Биологическая очистка по одно- или двухступенчатой схеме или доочистка физико-химическими и химическими методами.

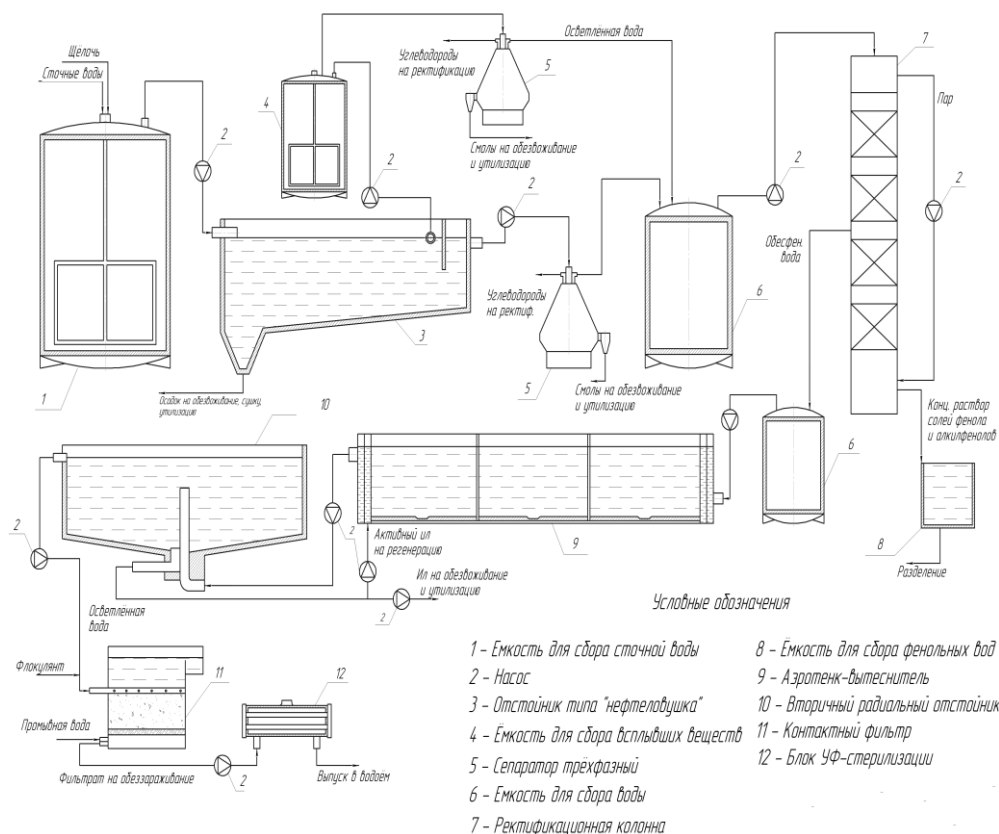


Рис 1 Технологическая линия биологической очистки сточных вод

Разработанная технологическая схема (рис 1) включает нефтеловушку, сепаратор, ректификационную колонну, аэротенк, вторичный отстойник, блок УФ-стерилизации.

Нефтеловушки горизонтальные представляют собой отстойник, разделённый на параллельные секции, оснащённый трубами для сбора нефти. В них сточная вода поступает в каждую секцию, лёгкая гидрофобная фракция (углеводороды) всплывает на поверхность, собирается скребком к заборной трубе, осадок тем же транспортёром сгребаётся в приямок и удаляется по илопроводу.

Для локальной очистки от фенолов используются физико-химический регенерационный метод – эвапорация, позволяющие получить очищенную жидкость и концентрированный конденсат/экстракт. Полученный концентрат может быть возвращён в производственный цикл.

Пароциркуляционный метод (эвапорация) основан на извлечении фенолов из сточной воды с помощью острого водяного пара, циркулирующего в системе. По сути метод представляет собой ректификацию смеси в колонне, но в отличие от процесса разделения фаз нефти, в случае эвапорации в нижнюю часть аппарата подаётся острый пар, который непосредственно контактирует со сточными водами, подающимися в верхнюю часть колонны. Такая колонна делится на две части – собственно эвапорационную, где происходит очистка сточных вод, и поглотительную, где идет регенерация пара.

При движении через колонну навстречу острому пару сточная жидкость нагревается до 100 °С. Находящиеся в воде летучие примеси в результате этого частично переходят в паровую фазу и таким образом удаляются из раствора. Далее пар, содержащий фенолы, проходит через нагретый также до температуры ~100 °С поглотитель, в котором из пара удаляются захваченные им примеси (регенерация пара), освобожденный из них водяной пар снова направляется на очистку сточных вод. Кроме собственно фенола, в процессе такой очистки из воды удаляются крезолы, нафтолы, спирты и карбоновые кислоты.

Конечным этапом удаления фенолов является биологическая очистка. ПДК фенолов на биологическую очистку в аэротенках составляет 1000 мг/л. При биохимической очистке сточных вод одноатомные фенолы (сам фенол, крезолы) легко окисляются до углекислого газа и воды, однако, деструкция более сложных производных фенола протекает значительно труднее и сопровождается образованием целого ряда биохимически стабильных органических продуктов.

Предложена технологическая схема биологической очистки сточных вод нефтехимического предприятия, содержащих органические соединения в количествах, превышающих в 2-15 раз ПДК рыбохозяйственного значения. Производительность схемы по сточной воде составляет 300 м³/час.

Литература:

1. Кирсанов В.В. Результаты исследований процесса биодеструкции в

аэротенке основных загрязняющих веществ в зависимости от коэффициента рециркуляции активного ила и времени аэрации. // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №1 (169). С. 38-40.

2. Кирсанов В.В. Расчет основных параметров биосистемы в условиях биодеструкции токсичных загрязняющих веществ с меняющейся концентрацией в производственных сточных водах // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №8 (176). С. 57-60.

3. Кирсанов В.В. Методика определения технологических и геометрических параметров комбинированного аэротенка в условиях непостоянных нагрузок и залповых сбросов сточных вод химических предприятий // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №6. С.240-241.

4. Кирсанов В.В. Определение средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, характеризующихся нестабильной концентрацией загрязнений // Вестник технологического университета. 2015. Т.11. №6. С.216-218.

УДК: 628.3

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОТЕНКА-ВЫТЕСНИТЕЛЯ

Шакиров А.С., обучающийся

Мальцева С.А., кандидат химических наук, доцент

Овчинников В.В. доктор химических наук, профессор

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация. Проведен расчет технологических параметров, на основании которых разработан аэротенк-вытеснитель.

Ключевые слова: аэротенк, продолжительность аэрации, нагрузка на ил, продолжительность окисления органических загрязнений, время пребывания сточных вод в самом аэротенке, прирост активного ила.

CALCULATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE AERATION TANK-DISPLACER

Shakirov A. C., the student

Maltseva S.A., candidate of chemical Sciences, associate Professor

Ovchinnikov V.V. doctor of chemical Sciences, Professor

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev – KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The calculation of technological parameters on the basis of which the aeration tank-displacer was developed was carried out.

Keywords: aeration tank, duration of aeration, load on silt, duration of oxidation of organic pollutants, residence time of waste water in the aeration tank itself, growth of activated sludge.

Из анализа научно-технической литературы [1-4] следует, что аэротенк являются неотъемлемой частью сооружений биологической очистки сточных вод.

Источником сточных вод является предприятие органического синтеза. Характер загрязнителей: фенол, крезолы, моно- и диалкилфенолы. Тип сооружения: аэротенк-вытеснитель с регенерацией активного ила. Суточный расход сточных вод, $Q_w = 300 \text{ м}^3/\text{час}$. Температура сточных вод: 15°C . Содержание начального L_n $250 \text{ О}_2/\text{л}$. Содержание конечного L_k загрязнений воды (по БПК 5) $= 15 \text{ мг О}_2/\text{л}$. Концентрация активного ила в аэротенке $a_i = 3 \text{ г/л}$. Концентрация взвешенных веществ, $C_{в.н.}$ 5 мг/л . К рассчитанным параметрам относятся продолжительность аэрации, нагрузка на ил, продолжительность окисления органических загрязнений, время пребывания сточных вод в самом аэротенке, прирост активного ила.

Продолжительность аэрации определяется по формуле:

$$\tau_a = \frac{1 + \varphi \cdot a_i}{\rho_{max} \cdot a_i \cdot C_0 \cdot (1 - s)} \cdot \left[(C_0 - K_0) \cdot (L_p - L_k) + K_l \cdot C_0 \cdot \ln \frac{L_n}{L_k} \right] \cdot K_p$$

где K_p – коэффициент, учитывающий влияние продольного перемешивания:

$K_p = 1,5$ при биологической очистке до $L_k = 15 \text{ мг/л}$;

ρ_{max} — максимальная скорость окисления, $\text{мг}/(\text{г} \cdot \text{ч})$, a_i — доза ила в аэротенке, г/л ;

C_0 — концентрация растворенного кислорода, мг/л , при заданной температуре (справочные данные);

K_l — константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, $\text{мг БПК}_{\text{полн}}/\text{л}$, и принимаемая по справочным данным;

K_0 — константа, характеризующая влияние кислорода, $\text{мг О}_2/\text{л}$, и принимаемая по справочным данным;

φ — коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, л/г , принимаемый по справочным таблицам;

s — зольность ила;

L_n — $\text{БПК}_{\text{полн}}$ поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л ;

L_k — $\text{БПК}_{\text{полн}}$ очищенной воды, мг/л ;

L_p определяется с учетом разбавления рециркуляционным расходом по формуле:

$$L_p = \frac{L_n - L_k \cdot R_i}{1 + R_i}$$

где R_i – степень рециркуляции активного ила, определяемая по формуле:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i}$$

где J_i – иловый индекс, $\text{см}^3/\text{г}$, $J_i = 120$, как для нефтеперерабатывающих предприятий, ρ_{max} принята равной 83 мг БПК_{полн}/(г*ч), как для предприятий органического синтеза. Концентрация растворенного кислорода C_o , мг/л, при температуре 15 °С равна 10 мг/л. Константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, принята равной 200 БПК_{полн} мг/л, константа $K_o = 1,7 \text{ О}_2/\text{л}$, коэффициент ингибирования $\phi = 0,27 \text{ л/г}$.

Согласно расчётам степень рециркуляции активного ила равна:

$$R_i = \frac{3}{\frac{1000}{120} - 3} = \frac{3}{8,33 - 3} = \frac{3}{5,33} = 0,563$$

Тогда L_p :

$$L_p = \frac{250 - 15 \cdot 0,563}{1 + 0,563} = \frac{250 - 8,445}{1,563} = \frac{241,555}{1,563} = 165,4$$

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{1 + 0,27 \cdot 3}{2,26 \cdot 3 \cdot 10 \cdot (1 - 0)} \cdot \left[(10 - 1,7) \cdot (165,4 - 15) + 200 \cdot 10 \cdot \ln \frac{250}{15} \right] \cdot 1,5 \\ &= \\ &= \frac{1,81}{67,8} \cdot \left[8,3 \cdot 150,4 + 2000 \cdot \ln \frac{250}{15} \right] \cdot 1,5 = 0,00073 \cdot 7386,5 \cdot 1,5 = 8,05 \text{ ч} \end{aligned}$$

Нагрузка на ил q_i , мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в сутки, определяют по формуле:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_n - L_k)}{a_i \cdot (1 - s) \cdot \tau_a}$$

Продолжительность окисления органических загрязнений, ч, вычисляется следующим образом:

$$\tau_o = \frac{L_n - L_k}{a_p \cdot R_i \cdot (1 - s) \cdot \rho}$$

где a_p – доза ила в регенераторе, г/л, определяемая по формуле:

$$a_p = a_i \cdot \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,563} + 1 \right) = 5,7$$

ρ —удельная скорость окисления для аэротенков, определяется по формуле:

$$\rho = \rho_{max} \cdot \frac{L_k \cdot C_o}{L_k \cdot C_o + K_l \cdot C_o + K_o \cdot L_k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r} = 2,26$$

Следовательно, продолжительность окисления загрязнителей будет равна:

$$\tau_o = \frac{250 - 15}{5,7 \cdot 0,538 \cdot 2,26} = 32,6 \text{ ч}$$

Время пребывания сточных вод в самом аэротенке определяют по эмпирическому уравнению (в ч) следующего вида:

$$\tau_{ат} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_n}{L_k} = \frac{2,5}{3^{0,5}} \cdot \lg \frac{250}{15} = 1,8 \text{ ч}$$

Следовательно, время регенерации τ_p составит:

$$\tau_p = \tau_o - \tau_{ат} = 32,6 - 1,8 = 30,8 \text{ ч}$$

Объемы аэротенка V_a и регенератора V_p , m^3 , определяются следующим образом:

$$V_a = \tau_{ат} \cdot (1 + R_i) \cdot Q_w = 1,8 \cdot (1 + 0,563) \cdot 83,33 = 826,7$$

$$V_p = \tau_p \cdot R_i \cdot Q_w = 30,8 \cdot 0,563 \cdot 83,33 = 5202,5$$

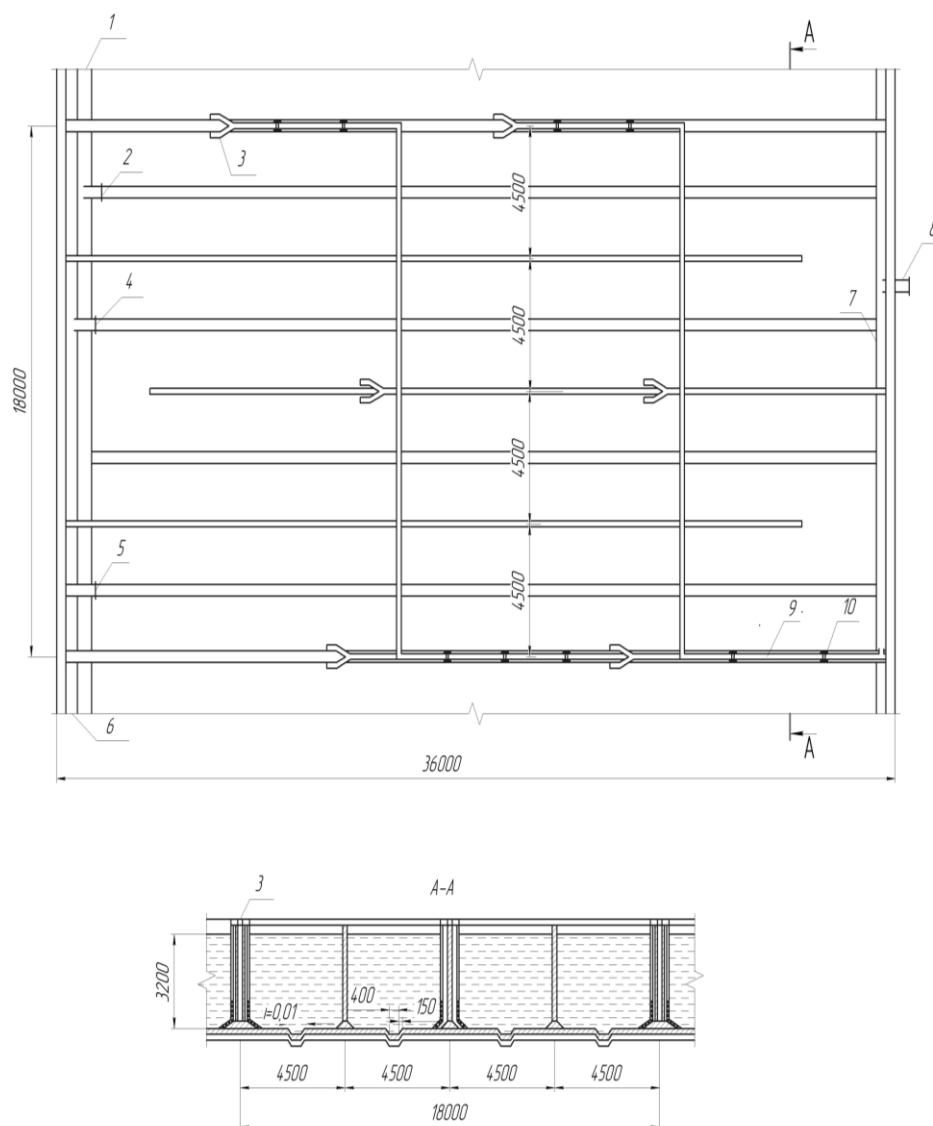


Рис. 1. Аэротенк коридорного типа

1 – канал очищенной воды и ила; 2 – труба забора очищенной воды и ила; 3 – воздушный стояк; 4 – труба подачи воды на очистку; 5 – трубопровод циркулирующего ила; 6 – канал очищенной воды и ила; 7 – канал подачи воздуха в аэротенк; 8 – воздуховод общий; 9 – воздуховод секции; 10 – скользящая опора.

Соответственно, общий объём сооружений будет равен:

$$V_o = V_a + V_p = 6029 \text{ м}^3$$

По общему объёму сооружения выберем типовой проект аэротенка-вытеснителя и рассчитаем прирост активного ила:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{вн} + K_{пр} \cdot L_n = 0,8 \cdot 5 + 0,4 \cdot 250 = 104 \text{ мг/л}$$

где $C_{вн}$ – концентрация взвешенных веществ, поступающих в аэротенк, мг/л;

$K_{пр}$ – коэффициент прироста активного ила; для городских и производственных сточных вод $K_{пр} = 0,3–0,5$.

Разработанный на основании расчетов технологических параметров аэротенк-вытеснитель (рис. 1) коридорного типа представляет собой трёхсекционный прямоугольный резервуар с сосредоточенным выпуском воды, каждая секция которого разделена на 4 коридора, два из которых отведены под регенерацию ила. Аппарат имеет следующие технические характеристики: общий объём: 6029 м³; объём одной секции: 2009 м³; длина устройства: 36000 мм; ширина устройства: 4500 мм; ширина аэротенка: 18000 мм; прирост ила: 104 мг/л; доза ила в аппарате: 3 мг/л.

Литература:

1. Кирсанов В.В. Результаты исследований процесса биодеструкции в аэротенке основных загрязняющих веществ в зависимости от коэффициента рециркуляции активного ила и времени аэрации. // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №1 (169). С. 38-40.

2. Кирсанов В.В. Расчет основных параметров биосистемы в условиях биодеструкции токсичных загрязняющих веществ с меняющейся концентрацией в производственных сточных водах // Безопасность жизнедеятельности. 2015. №8 (176). С. 57-60.

3. Кирсанов В.В. Методика определения технологических и геометрических параметров комбинированного аэротенка в условиях непостоянных нагрузок и залповых сбросов сточных вод химических предприятий // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №6. С.240-241.

4. Кирсанов В.В. Определение средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, характеризующихся нестабильной концентрацией загрязнений // Вестник технологического университета. 2015. Т.11. №6. С.216-218.

УДК 504.06

УТИЛИЗАЦИЯ АККУМУЛЯТОРОВ

Шебеда М.М., обучающаяся

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: в статье приведено обоснование утилизации аккумуляторных батарей (АКБ) и представлена схема утилизации АКБ.

Ключевые слова: свинец, утилизация/переработка аккумуляторных батарей, свинцовые отходы

THE RECYCLING OF LEAD BATTERIES

Shebedya M.M., the student

Gogol E.V., PhD in Chemistry

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev – KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article contains a description of lead batteries and a scheme for recycling lead batteries.

Keyword: batteries, lead, recycling, lead waste

Согласно данным Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан за 2019 год на территории региона были отобраны и проанализированы 90 проб почв из-под снежных свалок. Результаты показали превышения ПДК свинца в почве до 7 раз. Данные превышения опасны для человека, т.к. металл, в следствии вымывания почв, попадает в подземные воды.

Как известно, свинец – тяжелый металл, относится к I классу токсичности. При попадании в организм металл имеет свойство накапливаться в костях, печени и почках и наносить вред кровеносной и нервной системам.

Наиболее вероятным источником свинца на свалке является аккумуляторная батарея (АКБ). Среднестатистический АКБ состоит из 20-25% электролита (серной кислоты), 60-65% свинца в виде оксидно-сульфатной пасты (оксиды (PbO_2), сульфаты ($PbSO_4$) и сульфиды свинца (PbS)) и металлических частей (решетки, полюса, перемычки) и 12-15% органических материалов (корпус, крышка, сепараторы). Отходы отработанных АКБ относятся ко второму классу опасности отходов, при воздействии которых экологическая система нарушается, а период восстановления длится до 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия. [1,2]

Утилизация АКБ выгодна не только с экологической стороны, но и с экономической. У свинца один из наиболее высоких коэффициентов использования во вторичной обработке среди металлов. В среднем по миру в 2018 г. он составлял примерно 60%. В странах ЕС перерабатывается до 95% использованных АКБ. Более того утилизация отработавших АКБ это основной источник получения свинца. По данным на 2017 год лишь 40% свинца в мире производилось из руды, остальное – из вторичного сырья. Так при добыче 4,9 млн тонн рудного свинца выпуск очищенного свинца составил 11,2 млн тонн. [3]

Процесс утилизации аккумуляторов рассмотрим на примере новосибирского завода «Сибсильмаш». Этапы по комплексной разделки АКБ представлены на схеме 1.

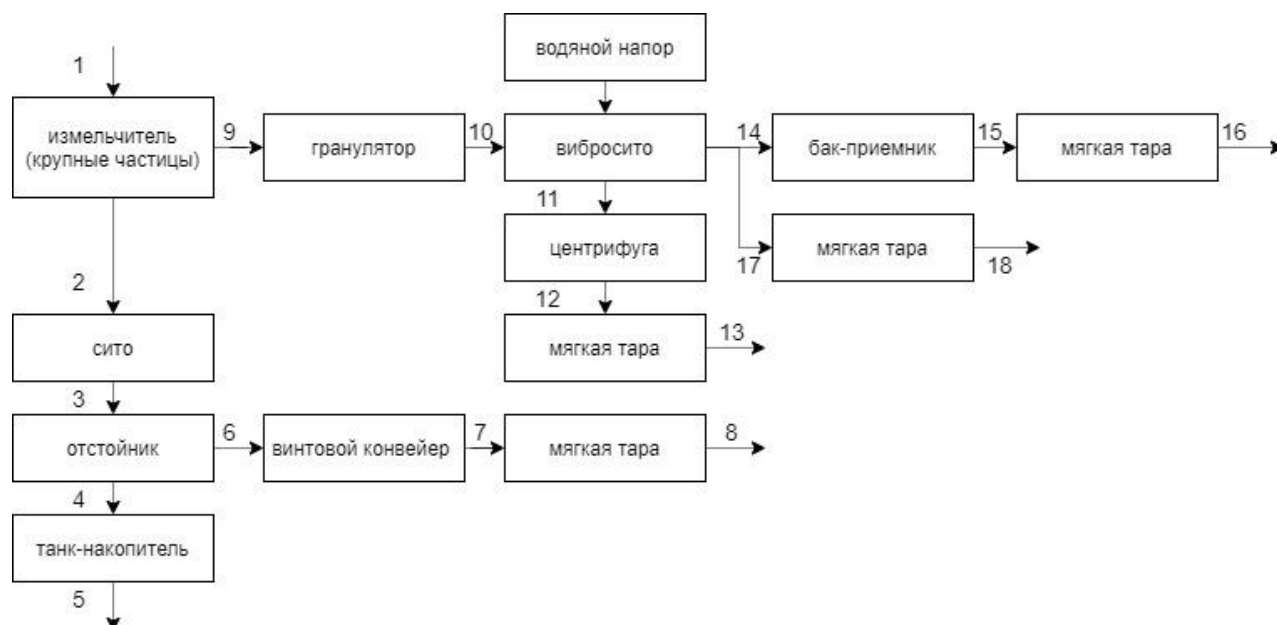


Схема 1. Утилизация АКБ, где цифрами обозначены перерабатываемые на данном участке элементы аккумулятора

Использованный аккумулятор – 1 поступает в измельчитель, через сито электролит с пастой – 2,3 попадают в отстойник, откуда электролит – 4 откачивается насосом и поступает в танк-накопитель, где 5 – электролит, который после нейтрализуется. Из отстойника с помощью винтового конвейера паста (6,7) перемещается в мягкую тару, где 8 – готовая паста с содержанием свинца до 75%, которая отправляется на склад. Крупные части АКБ – 9 измельчаются в грануляторе и поступают на вибросито, где подвергаясь водному напору паста – 11 поступает в центрифугу. В центрифуге паста -12, 13 отделяется от воды и сбрасывается в мягкую тару с остаточной влажностью не более 10%. Остальные части (полипропилен, кусковой свинец и ПВХ) продвигаются дальше по сито, полипропилен и ПВХ, как более легкие материалы, смываются в баки приемники, а свинцовая крошка продвигается к выходному лотку и сбрасывается в мягкую тару.

Линия позволяет перерабатывать до 1200 тонн аккумуляторов в месяц. Процесс переработки аккумулятора занимает около 10 минут. В результате проделанной работы получают свинцовую пасту (45-47%), свинцовую крошку (22-25%), гранулированный полипропилен (5-6%), мусор (различного рода ПВХ) (7-10%), нейтрализованный электролит (15%). [4]

Утилизация АКБ выгодный процесс получения свинца, предотвращающий попадание больших концентраций металла в окружающую среду, также продлевающий срок эксплуатации природных месторождений металла, сокращающий финансовые издержки за счет использования вторичного свинца. Но следует учесть, что в процессе переработки частицы свинца могут попадать в атмосферный воздух и воду, что требует контроля вещества на предприятии и оборудования, позволяющего очистить среды от металла и его соединений.

Литература:

1. Ровин С. Л., Григорьев С. В. Исследование отходов, образующихся при производстве свинца // Литейное производство.- 2018.
2. Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И., Гоголь Э. В. Обзор существующих методов определения тяжелых металлов при термической утилизации // Химия и инженерная экология – XVIII сборник трудов международной научной конференции. Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ).- 2018.
3. Растянникова Е. В. Вторичное использование ресурсов в металлургической промышленности в России и Китае // Инновации и инвестиции, 2019.
4. Андриевская А. / Режим доступа <https://recyclemag.ru/article/rossii-pererabativayut-akkumulyatori> (Дата обращения: 15.09.2020)

УДК 631.347

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛИВА И ПРОВЕТРИВАНИЯ РАСТЕНИЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УРОВНЯ НИТРАТОВ В СТОКЕ

Кашина С.К., обучающаяся

Гоголь Э. В., к.х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Автором смоделирована система автоматизированного полива и проветривания растений, использование которой позволит снизить содержание азотистых соединений в поверхностном стоке урбанизированных территорий и, соответственно, евтрофикацию принимающих стоков водоемов.

Ключевые слова: система автоматизированного полива, евтрофикация, нитраты в поверхностных стоках, математическое моделирование.

SYSTEM OF AUTOMATED IRRIGATION AND VENTILATION OF PLANTS TO REDUCE THE LEVEL OF NITRATES IN THE RUNOFF

Kashina S.K., student

Gogol E.V., PhD in Chemistry

Kazan national research technical University them A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: the author has modeled a system of automated irrigation and ventilation of plants, the use of which will reduce the content of nitrogenous compounds in the surface runoff of urbanized areas and, accordingly, the eutrophication of water bodies receiving runoff.

Keyword: automated irrigation system, eutrophication, nitrates in surface runoff,

mathematical modeling.

В настоящее время общеизвестно, что нитраты обладают высокой токсичностью для человека и являются приоритетными загрязнителями поверхностных водных объектов ливневыми и талыми стоками с урбанизированных территорий [1]. Автором предложена модель новой системы полива и проветривания растений, которая снизит попадание нитратов в поверхностные водоемы как минимум на 20%, что даст значительный положительный эффект в виде уменьшения евтрофикации водоемов. Система отличается от существующих аналогов [2] наличием контроля уровня влажности почвы, температуры и влажности воздуха, обеспечивающих рациональное использование материальных и ресурсов. Автором также разработано программное обеспечение, гарантирующее безопасную и бесперебойную эксплуатацию системы автоматизированного полива и проветривания растений, а в случае каких-либо нарушений работы или аварий сообщает о них в виде цветового сигнала на дисплее и отключается. Возможность настройки показателей температуры и влажности воздуха и влажности почвы позволяет устанавливать индивидуальные благоприятные условия выращивания для каждого вида растений и отсутствие вымывания нитратов из почвенного покрова.

Результаты исследований могут быть динамично встроены в многоуровневую концепцию синергетического подхода в подготовке специалистов инновационного типа [3-5], реализуя компетентностный подход к проектированию инновационной составляющей образовательных программ в контексте обеспечения качества образования выпускников направлений «Техносферная безопасность», «Природообустройство и водопользование».

Литература:

1. Бульская И.В., Колбас А.П., Волчек А.А. Источники загрязнения поверхностного стока с урбанизированных территорий некоторыми ионами и нефтепродуктами [Текст] / И. В. Бульская, А. П. Колбас, А. А. Волчек // Наука – Северному региону: сб. науч. тр. / БГУ имени А. С. Пушкина – г. Брест, Республика Беларусь, 2015. – Вып. № 2 (32). – С. 28-33.

2. Пат. 45591 Российская Федерация, МПК Н А01G 31/02, А01G 31/06. ТЕПЛИЧНЫЙ КОМПЛЕКС [Текст] / Пантелеев О.Г. - № 2005102217/22; заявл. 01.02.05; опубл. 27.05.05

3. Гоголь Э.В., Шавалеева С.М. Новая модель третьего образовательного уровня в соответствии с Болонским процессом в Российской Федерации, Белорусии и Украине «New model of the third cycle in engineering education due to Bologna Process in BY, RU, UA» (NETCENG)// XV Всероссийская конференция «Химия и инженерная экология» 1-3 июля 2015г.: Сборник докладов. – Казань: Отечество, 2015. – 248с.

4. New Model of the third cycle in engineering education due to Bologna Process in BY, RU, UA (Новая модель третьего цикла в инженерном образовании в

условиях Болонского процесса в Белоруссии, России и Украине)//. – 2016.
(<http://international.kai.ru/?p=1823>).

5. Цветков В.Я. Синергетика образования и точки инновационного роста.// Управление образования: теория и практика. – 2013. - № 2. – С. 19-24

УДК 502/504:628.3:631.8

**МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ
СТОЧНЫХ ВОД**

Гаврилов М. М.;

Никитченко Н. В., кандидат химических наук;

Пименов А. А., доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

(г. Самара, Российская Федерация)

Аннотация: Развитие малоотходных технологий переработки отходов на этапе формирования ноосферы является ключевой задачей современного общества. К перерабатываемым отходам можно отнести осадки сточных вод, образующиеся в больших объемах при водоочистке и водоподготовке.

Ключевые слова: малоотходные технологии, переработка осадков сточных вод, осадки сточных вод.

LOW-WASTE TECHNOLOGY FOR PROCESSING SEWAGE SLUDGE

Gavrilov M. M.;

Nikitchenko N. V., candidate of chemical Sciences;

Pimenov A. A., doctor of technical Sciences, Professor

Samara State Technical University

(Samara, Russian Federation)

Abstract: The development of low-waste technologies for waste processing at the stage of the formation of the noosphere is a key task of modern society. Recyclable waste includes wastewater sludge generated in large volumes during water treatment and water treatment.

Keywords: low-waste technologies, processing of sewage sludge, sewage sludge.

С ростом урбанизации общества возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду, приводящая к накоплению большого объема отходов производства и потребления. Одними из таких отходов являются осадки сточных вод (ОСВ). Размещение таких поллютантов требует отчуждения больших территорий под их депонирование, что, зачастую, приводит к замедлению развития городских агломераций и пагубно сказывается на их экологической обстановке.

В процессе очистки 1000 куб.м. сточных вод образуется в среднем 1600-1800 литров ОСВ. За последние пять лет только в Самарской области образовалось около 269879,651 т осадков, что составило, 8-9% от всех отходов, региона. В состав ОСВ могут входить такие экотоксиканты, как соли тяжелых металлов и углеводороды. Также осадки могут вызывать появление патогенных микроорганизмов на территории его размещения и в непосредственной близости, что

может негативно сказаться на здоровье животных и человека. Хранение осадков сопровождается выделением смеси дурно пахнущих газов, что ограничивает возможности по развитию региона, в черте которого находится объект размещения данного отхода. Со временем ситуация с размещением осадков может только ухудшиться, так как инженерные сооружения, предназначенные для их размещения, проектировались без учета такого роста объемов образования отхода. Поэтому, зачастую, размещения ОСВ в ряде случаев не соответствуют современным экологическим требованиям и принятым в мире стандартам. Таким образом, утилизация и переработка ОСВ является сложной экологической и технологической проблемой, требующая скорейшего решения [1, 2].

Возникает острая необходимость в экологически чистой технологии переработки данного крупнотоннажного отхода, которая позволяла бы, в современных экономических и энергетических условиях, справляться с поставленной задачей наиболее эффективно.

В осадках содержится большое количество микроэлементов, органических веществ, азота, фосфора и калия. Присутствие этих компонентов в почвенном слое в достаточном количестве отвечает за протекание процессов, обеспечивающих нормальное функционирование биосферы. На сегодняшний день, за счет антропогенной деятельности человека и естественных процессов эрозии почвы, наблюдается нехватка вышеперечисленных компонентов в почвенном слое многих регионов России. Таким образом, хранить или деструктивно утилизировать (сжигать) ОСВ не выгодно, так как они могут оказаться ценными материальными ресурсами [3].

Для предания осадкам статуса сырья можно использовать новую малоотходную технологию биодеструкционной переработки ОСВ, которая позволит избавиться от таких негативных факторов, как присутствие в отходе растворимых форм солей тяжелых металлов, углеводов и патогенной микрофлоры.

Сущность данного метода заключается в смешивании в определенных пропорциях осадка, навоза крупного рогатого скота (не превышает 50 % от массы отхода) и кальцийсодержащего компонента (не превышает 15 % от массы отхода). Биодеструкция углеводов протекает за счет жизнедеятельности микроорганизмов, присутствующих в навозе крупного рогатого скота (КРС). Особенность протекания этого процесса, заключающаяся в повышении температуры биодеструкционной смеси до + 70°C, позволяет решить проблему с патогенными микроорганизмами, которые не переносят высокие температуры. Перевод растворимых форм солей тяжелых металлов в нерастворимые осуществляется за счет добавления кальцийсодержащего компонента, в качестве которого могут выступать отходы, образующиеся при добычи и обогащении рудных полезных ископаемых или гипс. Из биодеструкционной смеси формируется бурт, выполненный в форме трапециевидной призмы, размеры которой зависят от объема обезвреживаемого отхода. В сформированный бурт помещаются термодатчики, фиксирующие динамику температуры протекания процесса обезвреживания ОСВ. Полученные данные позволяют судить о начале процесса

обезвреживания, о возникающих проблемах и о завершении процесса биодеструкции. Данные операции производятся на заранее подготовленной технологической площадке, устройство которой позволяет свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. В среднем процесс переработки осадков длится 2-3 месяца, о его начале говорит повышение температуры буртов уже на первой недели после их формирования. По достижению температуры в + 70°C, при которой смесь пребывает в течение нескольких недель, можно говорить о начале завершения процесса обезвреживания. Завершенным биодеструкционный процесс можно считать при достижении смеси температуры окружающей среды.

В таблице 1 представлены показатели исходного отхода и полученного на его основе материала, характеристики которого позволяют применять его на технологической стадии рекультивации нарушенных и деградированных земель.

Таблица 1

Результаты исследований осадков и полученного при их биодеструкции рекультивационного материала

Показатели	Показатели полученного рекультивационного материала (исходного ОСВ)	Допустимые показатели
Массовая доля влаги, %,	14,97 (34,90)	<40
Кислотность (водородный показатель), единиц рН	8,0 (7,3)	6,5–8,0
Массовая доля органического вещества, % (исходя из зольности и влажности образцов)	65,79 (52,47)	30>
Массовая концентрация азота аммонийного, %	0,88 (0,06)	0,6>
Массовая концентрация подвижного фосфора (P ₂ O ₅), %	1,17 (21,89)	0,7>
Массовая концентрация подвижного калия (K ₂ O), %	3,25 (6,31)	0,1>
Свинец, мг/кг	0,35 (1,40)	<250
Кадмий, мг/кг	0,29 (0,81)	<15
Цинк, мг/кг	0,06 (1,5)	<1750
Медь, мг/кг	0,05 (1986,62)	<750
Никель, мг/кг	32,44 (1237,24)	<200
Хром, мг/кг	1,63 (65,00)	<500
Ртуть, мг/кг	0,01(0,9)	<7,5
Мышьяк, мг/кг	0,10 (0,03)	<10
Массовая концентрация нефтепродуктов, г/кг	0,19 (3,7)	<3,0
(...) – исходные показатели		

Проанализировав представленные данные, можно сделать следующие выводы:

1) Представленную биодеструкционную технологию можно считать экологически чистой за счет того, что она основана на стандартных биологических процессах, протекающих в ОСВ при внесении в них другого отхода – навоза КРС, кальцийсодержащего компонента. Негативное воздействие на окружающую среду при реализации указанной технологии сводится к косвенному, по причине того, что перевозка компонентов и формирование буртов осуществляется на спецтехнике.

2) Технология биодеструкционной переработки ОСВ позволяет существенно уменьшить концентрации таких поллютантов, как углеводороды и растворимые формы солей тяжелых металлов.

3) Прогрев бурта, сформированного из биодеструкционной смеси до +70°C, практически полностью исключает появление патогенных микроорганизмов, способных пагубно влиять на здоровье животных и человека.

4) В полученном рекультивационном материале установлено увеличение содержания аммонийного азота, который является неотъемлемым компонентом питания растений.

Литература:

1. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э (2006). Очистка сточных вод. Т. П. Мосолова (перевод с английского), С. В. Колужный (редактор), Издательство «Мир» – 479 с.
2. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. (2004). Водоотведение и очистка сточных вод. Ю. В. Воронов (редактор), Издательство «АСВ» - 702 с
3. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. -311 с.

УДК 661.7

A PROPOSAL FOR USING IN THE CERAMIC INDUSTRY FIBERS OF CLOTHING WASTE AND RECYCLING FROM TEXTILE TO PRODUCT CERAMIC ELEMENTS (BRICKS)

A.J.Morais¹, S.Morais (Ivanova)², A.D.Basto¹

¹University of Lisbon,

1, Sá Nugeira St., Lisbon, Portugal, 1348-063

²Ural State University of Architecture and Art

23, K.Liebkecht str., Ekaterinburg, 620075, Russia

e-mail: moraisaj@sapo.pt , lanamorais@sapo.pt , abdiogo@hotmail.com ,

Abstract: The dictates of fashion in contemporary urban societies generates large tons of abandoned clothing every year that goes to the landfill or the trash. The time life of human clothing in urban societies is very short, which is why, today, in view

of this overuse of new clothing, the industry increasingly shows, every year, a trend of overproduction of textile products. This situation of abundance of abandoned used clothing introduces the issue of environmental and ecological sustainability in the management of solid waste generated by the clothing industry in the governance of cities. Tons of textile waste each year are sent to city landfills. The main issue of this problem is not related to the enormous amount of resources that society spends in the manufacture of textiles for the production of clothing; the inconvenience and controversy associated with this very short use of clothing concerns the huge amount of waste that will have to go to the dump or landfill, causing and imposing the inevitability of increasing the number and area of dumps and landfills. In a desired policy of ecological sustainability, in a framework of recycling and reuse, it is desirable to find a possibility to reuse waste of used clothing. In this article, the research line opened at the University of Lisbon is presented for the study and evaluation of the possibility of using textile industry residues in civil construction, reusing the textile fibers from the clothing used for later incorporation in the production and manufacture of bricks ceramic. The use of vegetable and organic fibers (manure) in the composition of construction materials (bricks) was a practice widely used in antiquity in the construction of houses. Learning from our ancestors from Sumer, Mesopotamia and Egypt is the support line of the research to be undertaken in the reuse and recycling of clothing used in the manufacture of ceramic bricks.

Keywords: environmental ecological and sustainability, textile waste, clothing recycling, composite construction materials, masonry.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОДЕЖДЫ И ДРУГОГО ТЕКСТИЛЯ В КАЧЕСТВЕ АРМИРУЮЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

А. Ж. Морайш¹, профессор, зав. кафедрой,

С.Морайш (Иванова)², архитектор, исследователь CIAUD, аспирант УГАХА.

А.Б.Башто¹, к.н.архитектуры, преподаватель ФАУЛ,

¹Лиссабонский университет,

1349-063, Португалия, г. Лиссабон, ул. Са Нугейра, д. 1,

²Уральский государственный архитектурно-художественный университет,

620075 Россия, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 23.

e-mail: moraisaj@sapo.pt , lanamorais@sapo.pt , abdiogo@hotmail.com

The concept of Sustainability is complex, going beyond the Ecological dimension and further of propagandistic and pamphleteer “Green”. Understanding this concept is first of all meet a set of interdependent variables, in which social, energy, economic, environmental and cultural issues are integrated and interact. The combination of these axioms with the concept of *Circular Economy*, based on reduction, reuse, recovery and recycling of materials and energy, replacing the concept “end of useful life” that comes from the linear economy, not only gives solidity to the approach of

this theme, but also generates a set of research opportunities for the University and Research Centers, as well as for Industry in the manufacture of sustainable products, in ecological and environmental terms, with greater acceptance by the consumer public and, above all, assertive and in accordance with policies governmental standards and regulations.

The way to be taken in terms of ecological and environmental sustainability is to transform the waste into a new raw material, a new resource for the industry (reuse of the initial base material). This new resource is no longer seen as trash or waste, without value, causing a set of logistical and environmental problems, on the contrary, it is seen as a raw material, capable of generating value and contributing to reduce energy and energy rates. carbon incorporated in the production of goods, thus reducing the consumption of endogenous resources of the planet we inhabit, and contributing to the limitation of energy consumption / waste, hence the emergence of environmental policies tending to preserve and not exhaust resources. Hence the development of recycling and reuse of basic materials and, equally, products, with the emergence of the so-called *Circular Economy*.

The growth exacerbated the issue of ecological and environmental unsustainability, forcing many governments to design, approve and implement policies and laws that lead companies and citizens to adopt more conscious and responsible attitudes. Nowadays, it is already a civilizational value, acquired by several countries and communities, that the desired economic growth can no longer be achieved without safeguarding ecological impacts, and the economy must be subordinated and founded on an essential value for humanity, the preservation of the values and principles of environmental and ecological sustainability.



Fig. 1 Creating value by reusing textile materials
<https://www.portugaltextil.com/ataque-a-reciclagem/>

Recycling not only contributes to the reduction of environmental and ecological pollution, but also acquires economic value, because it turns waste into a new resource. Recycling is thus the way forward, and a new industry is flourishing in developed countries, the activity of collecting waste associated with the recovery of base materials present in the collected products and which are no longer useful for society

(end of the cycle life of the product). Another benefit of recycling for the economy is the amount of employment that this process generates. In many countries, many unemployed citizens find a professional outlet in their lives, therefore paid, in this productive activity of the waste collection sector. Small family waste collection companies thrive, generating employment for many families, thus contributing to the social cohesion of the community. The success of the problem of environmental and ecological sustainability cannot be disconnected from the economy. The letter p of the English word “profit” is also one of the pillars of ecological and environmental sustainability. Recycling also contributes to containing and reducing the impact of one of the biggest ecological and environmental problems of the present day in most countries: the amount of waste generated. Reusing and recycling reduces the amount of waste to be sent to landfill or to incineration.

Nowadays, the life span of textiles used in clothing has decreased a lot, because the fashion industry makes the production of materials cheaper to expand the consumer market, so today fashion has become more and more accessible to an ever larger group of human beings. Today, access to clothing purchases is practically universal in the developed world. The Internet has extended and enhanced the ease of making purchases anywhere in the world regardless of the geographical location of the seller and the buyer. The constant change in the fashion trend each year, competition between brands and consumer advertising and marketing stimulate an increase in the acquisition of clothing, so the production of clothing each year is huge. Sometimes, fashion collections are outdated and obsolete even before they reach the shelves of commercial stores. The consumer is increasingly faced with the problem of lack of space at home for the storage of a wardrobe that is constantly being replaced and increased. Every year, a large amount of clothing waste ends up in trash bins, to be transported to city dumps.

According to Irina Lopatina, in her article “Consumption Mania, how tons of products go to landfill every day, and how it threatens us ”, writes that the entire production cycle of producing a cotton t-shirt, from growing cotton and producing fibers to sewing and dyeing, involves the consumption of about three thousand liters of water [1]. Elizabeth L. Kline, fashion journalist and author of the book “The Conscious Closet: The revolutionary guide to looking good while doing good”, tells us that there is too much unnecessary clothing in the world today and all the Existing reuse is inundated with used clothing. [2]



Fig. 2 Recycle natural fibers

- (1) <https://www.portugaltextil.com/ataque-a-reciclagem/>
 (2) <https://www.jornaldofundao.pt/economia/empresa-beira-produz-alcatifa-reciclavel-para-eventos/>

Companies engaged in the second-hand trade no longer have sufficient capacity to handle the large volume of clothing they receive. For example, of the approximately 30,000 tonnes of used clothing sent to Ghana every year, 40% go directly to the dump due to the population's inability to absorb it, despite the current economic difficulties. This data is provided by the OR Foundation, an American nonprofit organization that focuses on distributing used clothing in West African countries [3]. According to a 2017 joint report by the environmental organization Global Fashion Agenda and the consulting firm The Boston Consulting Group, most articles are dumped or burned, indicating the need to find better solutions to reduce the negative impact of textile waste on the environment [4].



Fig.3

- (1), Container for collecting clothes from the population Origin: Carolina Brás 21/01/2019 <https://ionline.sapo.pt/artigo/643137/cada-contentor-sua-sentenca-roupa-doad-a-pode-ir-para-caridade-reciclagem-ou-exportacao?seccao=Portugal>
 (2) 3ackaged clothes prepared for shipment to Ghana. Origin: <https://www.vogue.ru/fashion/chto-na-samom-dele-proishodit-s-veshami-otdannymi-na-pererabotk>
 (3) Burning of clothes arrived as humanitarian aid. Origin: Jornalng.com.br,205940-roupas-doadas-a-familias-carentes-sao-queimadas-em-montenegro.html

The use of natural fibers in the production of construction materials has been known since the beginning of human history, being present in human construction activity at the time (suspension bridges made from herbaceous plants, use of straw in the manufacture of clay bricks dried in the sun , in the constitution of mortars, etc.) [5]. One of the oldest building materials was widely used in the civilizations of ancient Egypt and Mesopotamia (present-day Syria and Iraq). Built with clay and straw, as described in the Bible, adobe bricks were widely used in the construction of buildings. The adobe can be defined as an individual block, with prismatic geometry, made simply of clay, molded and dried in the sun - the simple adobe, and a variant thereof - the stabilized adobe. In the latter, in the manufacturing process, materials are incorporated that aim to provide resistance and durability, called stabilizers, which improve its physical and mechanical characteristics. Adobe is thus one of the oldest building materials used by mankind. [6] Its composition used raw earth, water, straw and natural fibers (such as cattle manure), which are molded by hand into

molds and cooked by simple exposure to the sun. It was the most used material in hot and dry regions, due to its ease of manufacture and the excellence of its thermal and resistance properties [7]

However, its use requires some attention and care, as it is not suitable for places where there is humidity. Its main advantage is that it is an ecological and sustainable material, since the clay is a reusable element and, when not cooked, it can be crushed and moistened to return to its original state, enhancing its recycling and reuse. In its production little energy is consumed and it is a fabulous thermal insulator, keeping the temperature of the environments always balanced. In addition, adobe constructions can absorb up to 30 times more moisture than buildings made with factory-baked brick. The main problem is that buildings with adobe bricks need to be protected from moisture and are not, geographically, all the places where it can be implemented, since it disintegrates easily in direct contact with rain [8,9]. With the evolution verified in the construction techniques in architecture, this constructive method started to fall out of use and, nowadays, the construction using clay adobe dry in the sun is no longer used.

When we study and analyze the construction methods of Antiquity, it is important to retain the manufacturing process of these handmade bricks used by the men of Mesopotamia, but, above all, to pay attention to the surprising introduction of fiber in the adobe composition; through the use of straw in the composition of the handmade brick they were able to greatly increase the stabilization of the adobe, that is, they increased the durability and the mechanical resistance. This was the great innovation of the Sumerians: the transition from simple adobe to stabilized adobe, using straw in the adobe composition. This stabilization, used by our Sumerian ancestors, is knowledge and a technique that we can conceptually resort to again, using, now, not straw, but the textile fiber from recycling the waste of used clothing sent to the trash by culture of fashion.



Img.5 Bricks from clay mixed with straw. Origin <https://pixabay.com/photos/pierre-wall-brick-old-earth-straw-3274376/>

Img.6 Detail of wattle and daub construction in a Tudor building showing lathes and the texture of the daub and surface lime plaster. Origin: <https://www.alamy.com/stock-photo-detail-of-wattle-and-daub-construction-in-a-tudor-building-showing-113452052.html>

The executive board of the Faculty of Architecture, through its Research Center (CIAUD), approved the financing for the research project called *BlockHouse*, which has as main objective the development of an ecofriendly ceramic brick that in-

incorporates in its composition material components recovered from used clothing. It is intended, on a conceptual level, to recover the way of making used in Antiquity in the manufacture of stabilized adobe, now replacing straw and organic material (manure) with vegetable fiber. The research methodology approved in the financing of the process is developed in two phases: i) in the first stage of the work, the mechanical tuning process (shaving / grinding) is studied, that is, mastering the mechanical process to obtain the recovered fiber with minimum compatible size (the minimum necessary to ensure the best workability and strength of the brick) with the appropriate incorporation in the ceramic material, the minimum size necessary to ensure the best workability and strength of the brick (to be studied in the second phase of the research work), and for that, different types of waste are analyzed, in terms of material composition (wool, cotton or synthetic material) and with different compositional percentages; for this purpose, two machines were purchased to carry out this study within the scope of the approved research project: a chisel and a shredder; ii) in the second phase of the research work, the minimum favorable composition for different types of fiber composites recovered from the textile residue of the clothing used to obtain a brick with adequate mechanical, thermal, acoustic and durability performance that allows its use is studied in civil construction, based on the necessary and adequate regulatory tests of durability, thermal, acoustic and, above all, mechanical, to evaluate the possibility of using this type of brick in the civil construction industry (with the incorporation of textile material in its composition, from recovery and recycling of used clothing waste).

In this article, a research proposal was presented to assess the possibility of recycling and reusing the textile fiber recovered from abandoned used clothing for its incorporation in the ceramic bricks used in the construction industry. The development of technology that allows the recycling and reuse of used clothing products will contribute, in terms of environmental and ecological sustainability, to alleviate the pressure on city landfills and dumps, given the huge volume of waste generated by the fashion industry. The ceramic industry, in turn, when reusing this waste, obtains raw material from recycling at an economic price, lowering the production cost of the ceramic brick intended for civil construction, thus contributing to lower consumption of resources on the planet.

References:

1. Lopatina I.(2019) Consumption mania. How tons of products are sent to landfill every day and how it threatens us // (in Russian) 21.06.2019, <https://nv.ua/radio/inverythatplace/ekologiya-vs-ekonomika-chem-grozit-izbytochnoe-potreblenie-50027624.html> (visit 19.09.2020)
2. Chan E. (2019) What Really Happens to Recycled Items. (in Russian) 20.11.2019. <https://www.vogue.ru/fashion/chto-na-samom-dele-proishodit-s-veshami-otdannymi-na-pererabotku> (visit 19.09.2020)
3. Heloína Nogueira H [et.al.9] (2014) edc. XV National Meeting of Techno

Built Environment 12-14/11/2014. Evaluation of adobe bricks with addition of ash and fibers from coco costa. (in Portuguese) doi: 10.17012/entac2014.55

<https://www.researchgate.net/publication/301434723>

<http://doi.org/10.17012/entac2014.55> (visit 25.09.2019)

4. Nikolina Šajn (2019) Environmental impact of the textile and clothing industry What consumers need to know, EPRS European Parliamentary Research Service. https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI%282019%29633143 (visit 25.09.2020)

5. adobe", Oxford English Dictionary, Second Edition, on CD-ROM (v. 4.0) © Oxford University Press, 2009

6. Vargas, J.; J. Bariola; M. Blondet (1986). *Seismic Strength of Adobe Masonry". Materials and Structures* doi:10.1007/BF02472107.

7. Keefe, Laurence (2005). *Earth Building: Methods and Materials, Repair and Conservation*. London: Taylor & Francis.

8. Pacheco T., Jalali.S. (2011) *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Braga: Universidade do Minho. TecMinho, 2011. P 21 (in Portuguese) ISBN: 9789728600228

9. Pacheco T., Eires R.,Jalali S. *A Construção em Terra*. Braga : Universidade do Minho. TecMinho, 2009. P. 15 (in Portuguese) ISBN: 9789728692407

10. Pinto A. (2018) *Contribuições para a construção sustentável*. Lisboa. Universidade Lusíada Editora. 2018. P 174.(in Portuguese) ISBN 978-989-640-216-7

УДК 628.477.7

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Ольшанская Л.Н., доктор химических наук, профессор,

Чернова М.А., аспирант,

Баканова Е.М., аспирант

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов, Российская Федерация)

Аннотация: Рассмотрены основные направления утилизации твердых отходов (ТО) промышленности и агропромышленного комплекса (АПК). Известно, что ТО-это богатый источник вторичных материальных ресурсов (чёрные, цветные, редкие и рассеянные металлы), а также бесплатный энергоноситель. Показана возможность применения отходов АПК при создании композиционных магнитосорбентов для удаления разливов нефтепродуктов.

Ключевые слова: твердые отходы промышленности и агропромышленного комплекса, композиционные магнитосорбенты, удаление разливов нефтепродуктов.

DEVELOPMENT OF WAYS TO USE SOLID WASTE AS A SECONDARY MATERIAL RESOURCES

Olshanskaya L.N., Doctor of Chemical Sciences, Professor,

Chernova M.A., graduate student,

Bakanova E.M., graduate student

«Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.»

(Saratov, Russian Federation)

Abstract: The main directions of utilization of solid waste (TO) of industry and agro-industrial complex (AIC) are considered. It is known, that TO is a rich source of secondary material resources (ferrous, non-ferrous, rare and scattered metals), as well as a free energy carrier. The possibility of using agro-industrial complex waste in the creation of composite magnetosorbents for the removal of oil spills is shown.

Keyword: solid waste from industry and agro-industrial complex, composite magnetosorbents, removal of oil spills.

Наука и техника начала третьего тысячелетия развивается в темпах геометрической прогрессии, не являясь исключением промышленность и сельское хозяйство, как одни из самых масштабных сфер деятельности человека. Российская Федерация обладает одним из мощнейших во всем мире промышленным потенциалом, доставшимся ей в наследие от Советского Союза. Несмотря на то, что промышленность России развивается достаточно стабильно и целенаправленно, в связи с не безупречностью технологических процессов, неизбежно негативное воздействие, в частности, различных агропромышленных отходов на окружающую среду. Ежегодно во всем мире и в нашей стране в биосферу поступают миллиарды тонн твердых, пастообразных, жидких, газообразных отходов, нанося непоправимый урон живой и неживой природе. В глобальных масштабах изменяется круговорот воды и газовый баланс в атмосфере, загрязняются почвы. Огромное количество видов живых существ подвержены воздействию опасных веществ, в том числе на генетическом уровне (появляются растения, животные и дети с очевидными мутациями), то есть люди не застрахованы от плодов своей беспечности и халатного отношения к природе.

Отходы в глобальном масштабе возникают как неизбежный результат потребительского отношения и непозволительно низкого коэффициента использования природных ресурсов. Например, в СССР в год цветная металлургия потребляла в среднем около 2 млрд. т. горных пород, а товарная продукция составляла всего ~1 %. В Российской Федерации, так или иначе, переходят в отходы 90 – 95 % исходного сырья или от 80 - 120 млрд. т., из них более миллиарда токсичных, являющихся важными источниками экологических эксцессов. Ежегодно увеличиваются площади, занимаемые отходами. Основными поставщиками отходов являются горнодобывающая, химическая, металлургическая, топливно-энергетическая отрасли.

Вместе с тем известно, что твёрдые отходы (ТО) – это богатый источник

вторичных материальных ресурсов (чёрные, цветные, редкие и рассеянные металлы), а также бесплатный энергоноситель, так как бытовой мусор и отходы агропромышленного комплекса (АПК) представляют собой возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырьё для топливной энергетики. Даже малоперспективные технологии прямого сжигания 1000 кг ТО позволяют получить такое же количество тепловой энергии, как при сжигании 250 кг мазута. При этом реальная экономия ещё больше, поскольку не учитывается, что сохраняется первичное сырьё, отсутствуют затраты на его добычу и перевозку. Термическая переработка твёрдых бытовых отходов не только их обезвреживает, но и позволяет получать тепловую и электрическую энергию, а также извлекать имеющийся в них чёрный и цветной металлолом. Зарубежный опыт показывает, что рациональная организация переработки отходов даёт возможность использования до 90 % продуктов утилизации в строительной индустрии, например, в качестве заполнителя бетона [1].

Несмотря на большое количество исследований в области создания экологически чистого производства, проблема утилизации и переработки промышленных отходов и сегодня остается актуальной.

Целью настоящей работы явилось рассмотрение перспективных способов утилизации и переработки твердых отходов в товары, имеющие народнохозяйственное значение.

В ряде ранее опубликованных нами материалов [2-5] представлены инновационные разработки по извлечению из никель-, железо- и цинксодержащих гальваношламов гидроксидов никеля, железа, цинка, металлического никеля, получение ферритов железа, и использованию полученных продуктов в качестве вторичных материальных ресурсов в технологиях производства пигментов наполнителей для лакокрасочных материалов, при изготовлении электродов химических источников тока (никель-кадмиевые Ni-Cd и никель - железные Ni-Fe аккумуляторы) и получению композиционных сорбентов для удаления нефти и нефтепродуктов при очистке сточных и поверхностных вод.

В данной работе представлены результаты по получению композиционных магнитосорбентов (КМС) на основе отходов АПК (пыль газоочистки стальная незагрязненная - ПГСН, шелуха подсолнечника, парафин) для очистки вод от разливов нефти и нефтепродуктов (Н и НП). Эта проблема является одной из важных и актуальных в области экологической безопасности. Н и НП (бензин, дизельное топливо, мазут, керосин, масла и др.) попадают в водоемы с ливневыми и тальными водами, при авариях на морских и речных нефтеналивных танкерах или трубопроводах, сбросе промышленных сточных вод и др. [6,7]. Используемые в настоящее время методы удаления Н и НП: химические, микробиологические, физические зачастую являются дорогостоящими, сложными в исполнении, требуют дефицитных реагентов и сложного оборудования.. Интерес представляют недорогие, эффективные сорбционные способы извлечения нефтезагрязнений новыми дешевыми и эффективными сорбентами на основе отходов АПК. При этом одновременно решаются две экологические проблемы – утилизация

отходов и очистка воды. Преимуществами сорбентов являются: возможность удаления загрязнений широкого спектра практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости; отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом [8].

Предложена технологическая схема получения магнитосорбентов (рис. 1):

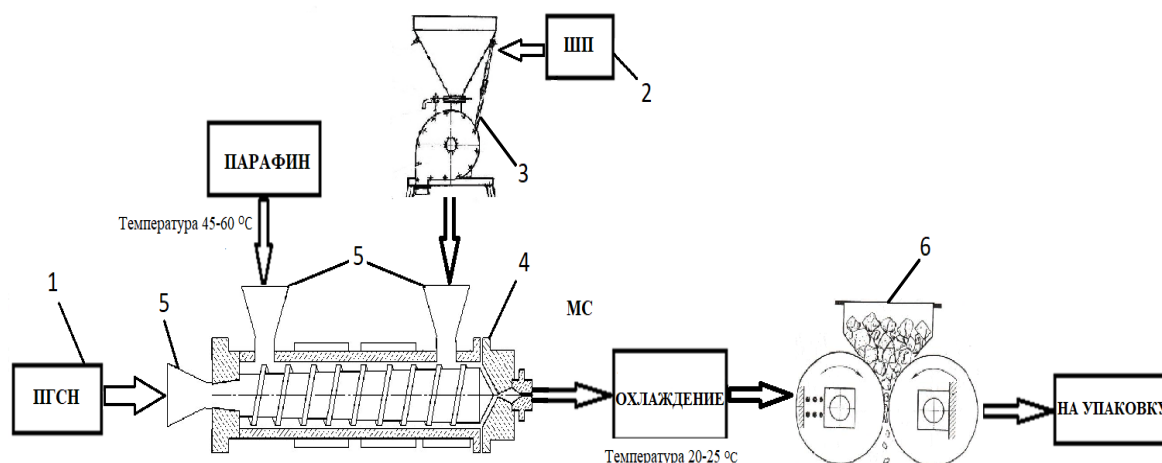


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема изготовления магнитосорбентов:

1, 2 - накопители отходов; 3- мельница; 4 - дозаторы; 5 - экструдер; 6 - дробилка

Отходы пыли направляли в смеситель через дозатор, где смешивали с предварительно расплавленным (45-60 °C) парафином и измельченной шелухой подсолнечника. После смешения полученную смесь охлаждали до застывания и измельчали. Полученные сорбенты представляют собой мелкодисперсный порошок в виде пористой матрицы на основе шелухи подсолнечника с размерами пор 0,5-1,3 мм с распределенной в ней пылью ПГСН с размером частиц 5-10 мкм, как на внешней поверхности матрицы, так и в ее порах и могут быть выполнены в виде хлопьев или гранул с размером 0,5-3,0 мм.

Установлено, что полученные материалы проявили хорошие физико-химические свойства: высокую гидрофобность - краевой угол смачивания составил 125°-137 градусов; плавучесть материала в течение 96 ч. не снижалась ниже 97-99 %; КМС имели низкое водопоглощение 0,132-0,114 г/г. Нефтеёмкость сорбентов составила $6,0 \pm 0,15$ г/г. Сорбционное равновесие достигалось в течение первых 10-20 мин. контакта материала с Н и НП и оставалось постоянным. Установлено, что на процесс сорбции оказывает влияние природа и толщина слоя нефтепродуктов. Максимальная сорбционная емкость достигается при толщине пленки $3,5 \pm 0,15$ мм.

Литература:

1. Саркисов П.Д. Отходы различных производств – сырье для получения строительных материалов / П.Д. Саркисов // ЭКИП России.- 2001.-№ 3.-С. 27-31.
2. Технологические аспекты утилизации тяжелых металлов и их соедине-

ний из гальваношламов для вторичного применения: монография / Л.Н. Ольшанская, Е.Н. Лазарева, В.В. Егоров, А.В. Яковлев, Е.В. Яковлева.- Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2017.- 127 с. ISBN 978-5-9907991-5-8.

3. Tatarintseva, E. A. Magnetic Sorbent for Remediation of Petroleum and Petroleum–Product Spills Developed from Galvanic Sludge / Chemical and Petroleum Engineering / I.V. Dolbnya, E.A. Tatarintseva, E.A. Bukharova, Lubov N. Ol'shanskaya // Volume 54, Issue 3–4, 1 July 2018, Pages 273–277.

4. Магнитосорбенты на основе отходов стальной окалины для удаления разливов нефтепродуктов / Ольшанская Л.Н., Татаринцева Е.А., Чернова М.А., Тареева А.А. // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика.-2019.- № 2.- С. 92-105.

5. Татаринцева, Е.А.. Свойства сорбционных материалов на основе модифицированных полимеров / Е.А. Татаринцева, А.В, Карпенко, Л.Н. Ольшанская // Экология: синтез естественнонаучного технического и гуманитарного знания: материалы II Всероссийского научно-практического форума. Саратов 6-11 октября 2011 г.- Саратов: СГТУ, 2011.- С. 299 – 302.

6. Каменщиков, Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты / Ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный. - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005.- 268 с.

7. Генцлер Г.Л. Очистка сточных вод в нефтеперерабатывающей промышленности / Г.Л. Генцлер, А.М. Шарков // Экология и промышленность России. 2004.- Т.8.- № 10, С. 15-17.

8. Собгайда Н.А. Сорбенты для очистки вод от нефтепродуктов: монография / Н.А. Собгайда Л.Н. Ольшанская. - Саратов: Саратовский ГТУ, 2010.- 108 с.

УДК 632.911.2

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯНЕНИЯ

Третьякова А.Б., обучающийся;

Бикташева Л.Р., научный сотрудник

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: При загрязнении почв нефтью увеличивается количество генов *alkI*, *alkII*, *alkIII* и *GN-PAH*, уменьшение количества генов группы *GP-PAH*. Данные *MiSeq* показали доминирование бактериальных типов *Proteobacteria* и *Actinobacteria* в нефтезагрязненных образцах.

Ключевые слова: биоремедиация, фермент алкан-монооксигеназа, гены группы *alkB*, *alkI*, *alkII*, *alkIII*, *GN-PAH*, *GP-PAH*.

CHANGES IN THE MICROBAL COMMUNITY UNDER THE INFLUENCE OF OIL POLLUTION

Tretiakova A.B., the student;

Biktasheva L.R., research associate

Kazan Federal University (Kazan, Russian Federation)

Abstract: When soil of oil-contaminated, the number of genes *alkI*, *alkII*, *alkIII* and *GN-PAH* genes increases, and the number of gene *GP-PAH* decrease. MiSeq sequencing showed that dominance of the bacterial types *Proteobacteria* and *Actinobacteria* in oil-contaminated samples.

Keyword: bioremediation, alkane monooxygenase, *alkB* gene, *alkI*, *alkII*, *alkIII*, *GN-PAH*, *GP-PAH*

Нефтяное загрязнение негативно влияет на почвенное плодородие, что выводит территории из сельскохозяйственных категорий землепользования. Происходит деформация биогеоценозов, животные, растения и микроорганизмы теряют жизнеспособность. Алканы и полициклические углеводороды (ПАУ) являются наиболее часто обнаруживаемыми загрязнителями в почвах в районах нефтеразведки. Микроорганизмы деградируют углеводороды за счет ферментных систем.

У большинства микроорганизмов путь деградации алканов катализируется ферментом алкан-монооксигеназой, кодируемый генами *alkB* [1]. За деградацию полициклических ароматических углеводородов - тяжелых фракций нефти, у грамотрицательных бактерий ответственна группа генов *GN-PAH*, у грамположительных бактерий - *GP-PAH*. Определение количества специфических генов проводилось с помощью метода количественной ПЦР [2].

Целью исследования является оценка изменения микробного сообщества почв под влиянием нефтяного загрязнения.

Типы почв, рассмотренные в работе: дерново-подзолистая (Д1, Д2), светло-серая лесная (С1, С2), темно-серая лесная (Т), чернозем (Ч). Почва для контроля была отобрана совместно с загрязненными образцами на расстоянии не менее 300 метров от загрязнения. Пробы отбирались в Республике Татарстан. В ходе лабораторного эксперимента почвы аэрировались и увлажнялись. Пробы хранили при -20°C.

Экстракция нефтепродуктов из почв проводилась методом избирательной экстракции хлороформного битумоида, последующая проводилась гравиметрическим методом [3]. Групповой анализ экстрактов, включающий выделение и определение количественного содержания фракций масел, смол и асфальтенов проводили с помощью хроматографического метода. Оценка количества генов, кодирующих алкан-монооксигеназы трех групп и группы генов, ответственных за деградацию тяжелых фракций нефти проводилась с помощью метода количественной ПЦР.

Установлено, что максимальное загрязнение почвы нефтепродуктами от-

мечается дерново-подзолистой почве (Д1) 14 г/кг, наименьшее загрязнение в серой лесной почве (С2)- 3г/кг.

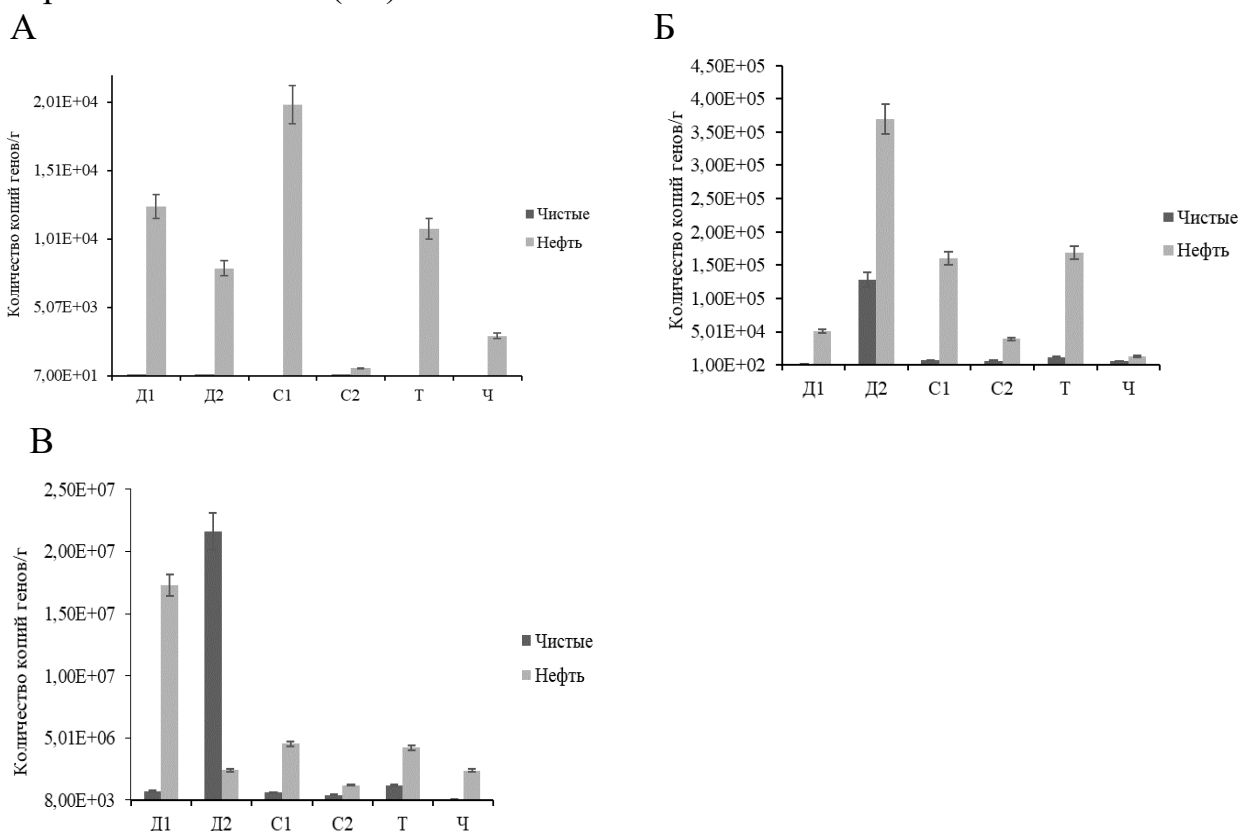


Рис. 1 Количество генов группа alkI (А), alkII (Б), alkIII (В)

Максимальное количество генов группы alkI в чистой почве наблюдается в образце дерново-подзолистой (Д2) - $1,77 \times 10^2$ копий генов/г. Минимальное количество в темно-серой лесной почве и равно $7,18 \times 10$ копий генов/г. Максимальное количество генов группы alkI в почве, загрязнённой нефтепродуктами, наблюдается у серой-лесной (Д1) и равно $1,99 \times 10^4$ копий генов/г. Максимальное количество генов alkII в чистой почве наблюдается в дерново-подзолистой почве (Д2) $1,28 \times 10^5$ копий генов/г, после загрязнения нефтепродуктами здесь также отмечается максимальное значение $3,69 \times 10^5$ копий генов/г. Максимальное количество копий генов группы alkIII в незагрязненной почве наблюдается дерново-подзолистой почве (Д2) равно $2,16 \times 10^7$ копий генов/г. Максимальное число копий генов при загрязнении также отмечается в дерново-подзолистой почве (Д1) ($1,73 \times 10^7$ копий генов/г). Установлено, что при загрязнении нефтью происходит увеличение количества генов всех трех групп, кодирующих алкан-монооксигеназы.

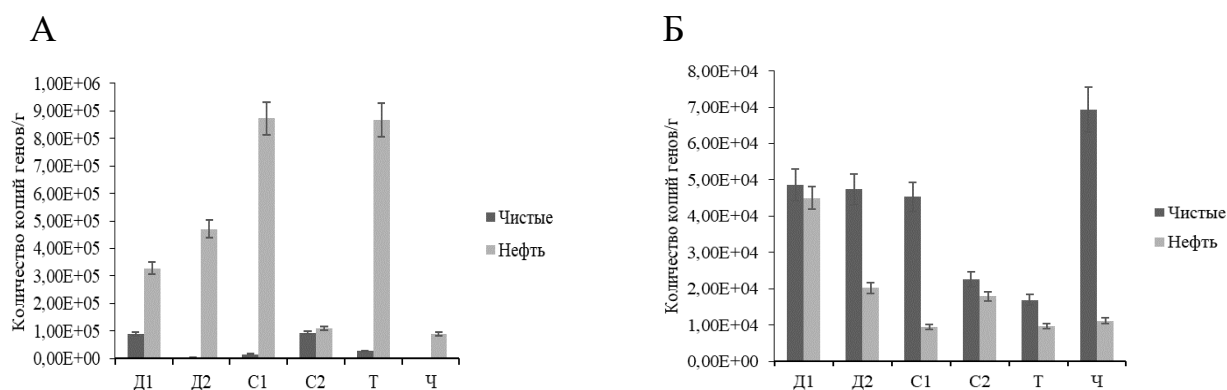
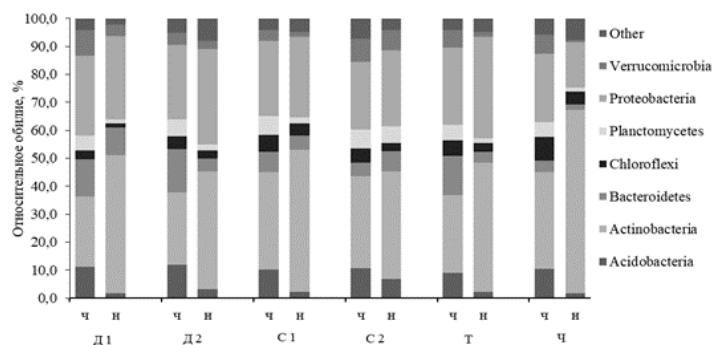


Рис. 2 Количество генов группы GP-РАН (А), GN-РАН (Б)

Группа генов GN-РАН кодирует деструкцию полициклических ароматических углеводородов у грамотрицательных бактерий, GP-РАН - у грамположительных бактерий. Минимальное количество генов GN-РАН отмечено в образце незагрязнённого чернозема $7,12 \times 10$ копий генов/г, максимальное в образце загрязненных нефтепродуктами образце серых лесных почв (C1) - $8,72 \times 10^5$ копий генов/г. Отмечено наибольшее увеличение генов в образце серой лесной почве (C1) по сравнению с другими образцами. Наибольшее количество генов наблюдается в дерново-подзолистой почве (Д1), в незагрязнённой - $4,87 \times 10^4$ копий генов/г, после загрязнения - $4,50 \times 10^4$ копий генов/г. Наименьшее количество генов в темно-серых лесных почвах. В образцах чернозема отмечено наибольшее уменьшение количества генов после загрязнения. Установлено, что при загрязнении нефтью происходит увеличение количества генов группы GN-РАН и уменьшение количества генов группы GP-РАН.

А



Б

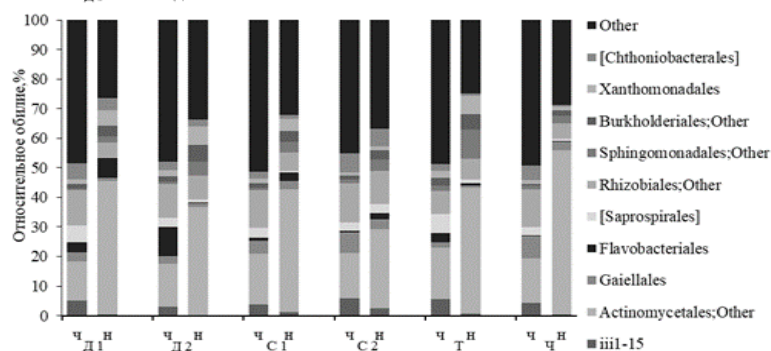


Рис. 3 Структура бактериального сообщества на уровне типов (А), на уровне порядков (Б)

Бактериальные типы *Proteobacteria* и *Actinobacteria* доминировали во всех образцах почвах с относительным обилием 27,6 % и 39,4 %, соответственно. Результаты секвенирования показали изменения в составе бактериального сообщества, увеличение последовательностей бактериального типа *Actinobacteria* в нефтезагрязненной почве по сравнению с незагрязненной почвой во всех образцах. Наблюдается уменьшение относительного обилия *Chloroflexi* в нефтезагрязненных образцах почвы.

В незагрязненных почвах доминирует порядок *Actinomycetales*, относительное обилие, которого изменяется от 14,7 % в дерново-подзолистой почве (Д2) до 17,3 % в темно-серой лесной (Т). Наблюдается высокое относительное обилие порядка *Rhizobiales*, от 7,9 % в темно-серой лесной почве (Т) до 13,2 % в светло-серой лесной (С2). В незагрязнённой нефтью дерново-подзолистой почве отмечено высокое обилие *Flavobacteriales* - 9,7%. В целом структура бактериальных сообществ незагрязненных почв схожа между собой.

Actinomycetales относится к бактериальному типу *Actinobacteria*, *Rhizobiales* к *Proteobacteria*. Виды, относящиеся к *Actinobacteria*, способны производить поверхностно активные вещества - биосурфактанты, которые повышают биодоступность и растворимость углеводородов. Виды, относящиеся к этому типу способны разлагать сложные углеводороды [4].

Литература:

1. Турова, Т.П. Детекция генов деградации-алканов *alkB* и *ladA* у термофильных углеводородоокисляющих бактерий родов *Aeribacillus* и *Geobacillus* / Т.П. Турова [и др.]. // *ActaNaturae* (русскаяязычная версия). - 2016. - № S2. - С.202–203.
2. Isaac, P. Indigenous PAH-degrading bacteria from oil-polluted sediments in Caleta Cordova, Patagonia Argentina / P. Isaac [and ets.] // *International Biodeterioration and Biodegradation*. - 2013. - V. 82. - P. 207-214.
3. Баранова, Т.Э Руководство по методике люминесцентно- битуминологических исследований / Т.Э. Баранова [и др.] - Ленинград: Недра, 1966. -112 с.
4. Morais, D. Responses of microbial community from tropical pristine coastal soil to crude oil contamination / D. Morais [and ets.] // *PeerJ*. - 2016. - V. 2. - P. 1-21.

СИНТЕЗ 2-ДИАЗО-4,6-ДИНИТРОФЕНОЛА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ С ЗАДАНЫМ РАЗМЕРОМ КРИСТАЛЛОВ

Трухан О.В.¹, инженер;

Хусаинов Р.М.², кандидат химических наук, доцент;

Гильманов Р.З.², доктор химических наук, профессор;

Зайнуллин А.М.², кандидат технических наук, доцент;

Хусаинова Э.Р.², обучающийся.

¹АО «Новосибирский механический завод «Искра»

(г. Новосибирск, Российская Федерация);

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», (г. Казань, Российская Федерация).

Аннотация: Отработана методика получения инициирующего вещества 2-диазо-4,6-динитрофенола, позволяющая получать продукт с необходимым размером кристаллов. Изменение условий синтеза позволяет регулировать размер кристаллов 2-диазо-4,6-динитрофенола в широком диапазоне, что облегчает его применение в разных изделиях.

Ключевые слова: инициирующее вещество, 2-диазо-4,6-динитрофенол, кристалл.

SYNTHESIS OF 2-DIAZO-4,6-DINITROPHENOL UNDER LABORATORY CONDITIONS WITH A GIVEN SIZE OF CRYSTALS

Trukhan O.V.¹, Engineer

Khusainov R.M.², Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Gilmanov R.Z.², Doctor of Chemistry, Professor

Zainullin A.M.², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Khusainova E.R.², Student

¹Joint-Stock Company «NMP «Iskra», (Novosibirsk, Russia)

²Kazan National Research Technological University, (Kazan, Russia)

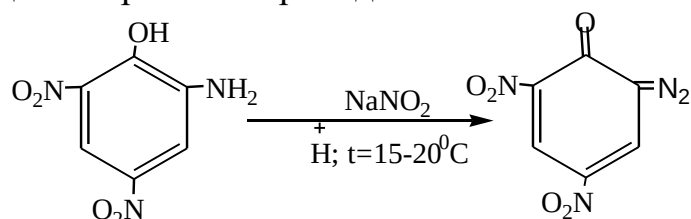
Abstract: A method for obtaining the detonating powder 2-diazo-4,6-dinitrophenol has been worked out, that allows to obtain a product with the required crystal size. Changing the synthesis conditions allows to control the crystal size of 2-diazo-4,6-dinitrophenol in a wide range, which facilitates its use in various products.

Keywords: detonating powder, 2-diazo-4,6-dinitrophenol, crystal.

Известно получение экологически безопасного инициирующего вещества 2-диазо-4,6-динитрофенола диазотированием пикраминовой кислоты в разбавленной соляной кислоте из пикрамата натрия [1] или магния [2]. Кроме того, для применения в определенных изделиях возможно использование разных способов снаряжения [3] и тогда особые требования предъявляются к размеру кристаллов инициирующего вещества, например, необходимы однородные

кристаллы с размером менее 50 мкм.

Были проведены работы по синтезу 2-диазо-4,6-динитрофенола. В качестве среды для диазотирования были использованы серная, соляная и уксусная кислоты. Реакция диазотирования проходит по схеме:



Условия синтеза представлены в табл. 1.

Таблица 1

Синтез 2-диазо-4,6-динитрофенола в серной и азотной кислотах

2-амино-4,6-динитрофенол, м.ч.	Среда, (концентрация)	Количество кислоты, м.ч.	Температура реакции, °C	Количество NaNO ₂ , м.ч.	Выход, %
1	(25%) HCl	12	18-20	0,52	85-90
1	(40%) H ₂ SO ₄	10	15-17	0,52	65-69

При использовании в качестве среды 40%-ной серной кислоты, получают 2-диазо-4,6-динитрофенол в виде разнородных кристаллов с выходом до 70%, $T_{\text{всп}}=173-175^\circ\text{C}$. Более удачной средой диазотирования пикраминовой кислоты является 25% соляная кислота. В этих условиях синтезированный 2-диазо-4,6-динитрофенол – это сыпучий кристаллический продукт с температурой вспышки 178-180°C, выход до 90%. Однако, при использовании в синтезе 2-диазо-4,6-динитрофенола серной или соляной кислот требует повышенной безопасности к технологическому процессу, отрицательно сказывается и на оборудовании, и на персонале. С целью снижения агрессивного воздействия в качестве среды была выбрана уксусная кислота [4].

Опыты в среде уксусной кислоты показали, что пикраминовая кислота хорошо растворяется в уксусной кислоте и синтез 2-диазо-4,6-динитрофенола протекает в широком диапазоне температур. В зависимости от модуля растворителя, температуры возможно синтезировать 2-диазо-4,6-динитрофенол с разным размером кристаллов: 1) сформированные мелкие кристаллы с размером не более 50 мкм, 2) сформированные кристаллы с размером 100-300 мкм, 3) сформированные кристаллы с размером 300-600 мкм. Выход целевого продукта составляет 78-85%, $T_{\text{всп}}=178-180^\circ\text{C}$.

Таким образом, применение уксусной кислоты в качестве среды при синтезе 2-диазо-4,6-динитрофенола позволяет регулировать размер получаемых кристаллов и избежать излишнего агрессивного воздействия.

Литература:

1. Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ –

М. Машиностроение, 1975, 456 с.

2. Способ получения диазодинитрофенола пат. 2151134 Рос. Федерация № 99104016/02, заявл. 09.03.1999; опубл. 20.06.2000 Бюл. № 17

3. Шабров А. В., Джангирян В. Г., Фадеев Д. В., Агеев В. Н., Фадеева Г. Р. Оптимизация технологических параметров производственного процесса снаряжения капсюлей-воспламенителей с применением ударно-воспламенительных составов в пастообразном состоянии // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 19. – С. 145-147.

4. Способ получения диазодинитрофенола пат. 2728133 Рос. Федерация № 2019123203, заявл. 18.07.2019; опубл. 28.07.2020 Бюл. № 22

УДК 547.00

УДАРНЫЙ КАПСЮЛЬНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ КАПСЮЛЕЙ ВОСПЛАМЕНИТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОЯ

Трухан О.В.¹, инженер;

Хусаинов Р.М.², кандидат химических наук, доцент;

Гильманов Р.З.², доктор химических наук, профессор;

Сафронов П.О.², кандидат технических наук, доцент;

Грачев Е.С.², аспирант;

Агмалова Д.К.², обучающийся;

Иванкина А.И.², обучающийся;

Камарова Г.Н.², обучающийся.

¹АО «Новосибирский механический завод «Искра»

(г. Новосибирск, Российская Федерация);

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», (г. Казань, Российская Федерация).

Аннотация: Проведены исследования по разработке ударного капсюльного состава для капсюлей воспламенителей центрального боя на основе экологически безопасных иницирующих веществ вместо свинец содержащих. Определены эксплуатационные характеристики и чувствительность к удару разработанных ударных капсюльных составов.

Ключевые слова: ударный капсюльный состав, иницирующее вещество.

PERCUSSION CHARGE FOR IGNITING PRIMERS OF CENTERFIRE

Trukhan O.V.¹, Engineer

Khusainov R.M.², Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Gilmanov R.Z.², Doctor of Chemistry, Professor

Safronov P.O.², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Grachev E.S.², Postgraduate Student

Agmalova D.K.², Student

Ivankina A.I.², Student
Kamarova G.N.², Student

¹Joint-Stock Company «NMP «Iskra», (Novosibirsk, Russia)

²«Kazan National Research Technological University», (Kazan, Russia)

Abstract: Research has been carried out on the development of the percussion charge for igniting primers of centerfire on the base of environmentally safe detonating powders instead of lead containing ones. The operational characteristics and impact sensitivity of the developed percussion charges have been determined.

Keywords: percussion charge, detonating powder.

Ударные капсюльные составы (УКС) для капсюлей воспламенителей (КВ) центрального боя содержат в своем составе, как правило, ТНРС [1, 2]. Кроме того, такие УКС могут содержать и соединения хлора, ртути [3]. Попытки заменить высоко опасные компоненты УКС и инициирующие вещества (ИВ) на экологические не прекращаются [4]. В этой связи разработка УКС на основе экологически безопасных ИВ является актуальной.

В качестве альтернативы свинец- и ртуть-содержащим УКС нами рассматривались калиевая соль 4,6-динитробензофуросана (К-соль ДНБФ), 2-диазо-4,6-динитрофенол (ДДНФ), калиевая соль 2-азидо-4,6-динитрофенола (К-соль АДНФ). Были приготовлены УКС и испытаны на копре К-44-1 (определена высота, при которой сбрасывание груза массой 200 г. приводит к 100% срабатывания). Компоненты составов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Компоненты УКС

компоненты	Номер состава						
	№1 штатный	№2	№3	№4	№5	№6	№7
ТНРС	+	-	-	-	-	-	-
Тетразен	+	+	+	-	+	+	-
KClO ₃	+	-	-	-	-	-	-
Sb ₂ S ₃	+	+	+	+	+	-	+
К-соль ДНБФ	-	+		-	-	-	-
ДДНФ	-	-	+	+	-	-	-
К-соль АДНФ	-	-	-	+	+	+	+
Ba(NO ₃) ₂	-	+	+	+	+	+	+
керамика	-	-	-	-	-	+	-
Гравиметрическая плотность, г/см ³	1,178	0,893	1,097	0,926	0,998	0,802	0,988
К-44-1, см, 100% срабатывания	2,2	1,8	1,8	2,5	1,8	2,5	2,0
Примечания	-	Сильное расслоение	-	-	-	Сильное расслоение	-

Из таблицы 1 видно, что чувствительность к удару на копре К-44-1 всех УКС на основе экологически безопасных ИВ находятся на уровне штатного.

Однако, при смешении компонентов для УКС №2, №6 с меньшей гравиметрической плотностью наблюдается существенное расслоение компонентов УКС в процессе дозировки при испытаниях, меньшей стабильностью массы навески и равномерностью распределения компонентов в УКС, по сравнению с штатным. Это можно объяснить разнородностью кристаллов, недостаточной плотностью экологически безопасных ИВ, и, как следствие, существенной разницей в плотности компонентов УКС. Кроме того, все УКС на основе экологически безопасных ИВ уступают штатному УКС на основе ТНРС по критерию сыпучести. Однако, следует отметить, что даже в этих условиях УКС на основе К-соли ДНБФ гарантированно приводит к воспламенению пороха в гильзе патрона. Испытания остальных составов запланированы.

Таким образом, возможна замена ТНРС в УКС на не менее эффективные экологически безопасные ИВ. Для регулирования физических параметров УКС (плотность, сыпучесть, однородность) необходимо владеть синтезом ИВ с повышенной гравиметрической плотностью.

Литература:

1. Воспламенительный ударный состав: пат. 2573019 Рос. Федерация № 2013150440/05 заявл. 25.05.1999; опубл. 20.01.2016 Бюл. № 2
2. Неоржавляющий ударный состав: пат. 2157357 Рос. Федерация № 99110876/02 заявл. 12.11.2013; опубл. 10.10.2000 Бюл. № 28
3. Капсюль-воспламенитель: пат. 285229 Рос. Федерация № 2004136361/02 заявл. 15.12.2004; опубл. 10.10.2006 Бюл. № 28
4. Капсюль-воспламенитель патрона стрелкового оружия: пат. 2384552 Рос. Федерация № 2008107603/02 заявл. 29.02.2008; опубл. 20.03.2010 Бюл. №8

УДК 66.046.41

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ МЕТАТИТАНОВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РУТИЛЬНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

Шарипов Х.Б.¹, докторант PhD;

Сафаров М.М.², доктор технических наук, профессор

¹Физико-технический Институт им. С.У. Умарова НАНТ

²Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова

(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация. Исследовано высокотемпературное разложение метатитановой кислоты. Частицы диоксида титана получены термическим разложением метатитановой кислоты при температурах 250-700°C. Определены структуры и микроморфологии частиц диоксида титана.

Ключевые слова: частицы диоксида титана, анатаз, рутил, метатитановая кис-

лота, термическое разложение.

THE STUDY ON THERMAL DECOMPOSITION OF METATITANIC ACID WITH RUTILE TITANIUM DIOXIDE

Sharipov Kh.B.¹, doctor PhD;

Safarov M.M.², doctor of technical sciences, Professor

Abstract: The high-temperature decomposition of metatitanic acid was investigated. The particles of titanium dioxide were obtained by thermal decomposition of metatitanic acid at temperatures ranging from 250 to 700°C. The structures and micromorphology of titanium dioxide particles were determined.

Keywords: titanium dioxide particles, rutile, metatitanic acid, thermal decomposition.

Диоксид титана отличается высокой реакционной устойчивостью к различным соединениям, в том числе к токсичным, содержащимся в воздушной среде. Из-за своей инертности, диоксид титана не токсичен и в общем, считается очень безопасным веществом. Основная масса полученных продуктов на основе диоксида титана применяется в качестве лакокрасочных материалов, фотокатализаторов, пищевой и косметической промышленности (для отбеливания и улучшения укрывистости, для защиты покрытий, цвета и упаковки продуктов от вредных УФ-лучей,) [1] и т.д.

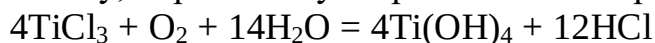
При гидролизе хлоридов титана после прокаливании конечного продукта в основном, образуются частицы диоксида титана в анатазной форме. Конечным продуктом гидролиза хлоридов титана является титановая кислота $\text{Ti}(\text{OH})_4$. Свежеосажденный $\text{Ti}(\text{OH})_4$ подвержен процессу старения, который происходит довольно быстро даже при комнатной температуре. Продуктом старения является метатитановая кислота $\text{TiO}(\text{OH})_2$. Исследования показывают, что при прокаливании $\text{TiO}(\text{OH})_2$ образуется только рутильная модификация диоксида титана [2]. Но при прокаливании $\text{Ti}(\text{OH})_4$ в зависимости от температуры обработки может образоваться анатаз, рутил или смесь модификаций анатаза и рутила [3].

Процесс получения метатитановой кислоты главным образом влияет на морфологию и размер частиц диоксида титана. При получении $\text{TiO}(\text{OH})_2$ посредством гидролиза титанил-сульфата увеличение температуры приводит к росту частиц. Для уменьшения размеров частиц метатитановой кислоты процесс целесообразно проводить при меньших температурах. Но исследование процесса гидролиза показали, что продолжительность нагрева не оказывает существенного влияния на размер частиц $\text{TiO}(\text{OH})_2$. Кроме того, определенное воздействие на размер частиц $\text{TiO}(\text{OH})_2$ оказывает количество воды, подаваемой как на стадию растворения TiOSO_4 , так и на сам гидролиз. С увеличением количества вводимой в реакционную массу воды, по-видимому, приводит к увеличению доли более крупных частиц в растворе. Для увеличения выхода целевого продукта при низких температурах используют система с подщелачиванием раствора. В качестве

щелочного агента можно использовать раствор NaOH. По этой методике можно увеличить выход $\text{TiO}(\text{OH})_2$, вплоть до 100% [2].

В настоящее время процессы формирования кристаллических структур диоксида титана при термическом разложении $\text{TiO}(\text{OH})_2$ недостаточно изучены. Поэтому целью настоящей работы являлась исследование высокотемпературного разложения метатитановой кислоты, образованной при окислении трихлорида титана.

Для получения частиц диоксида титана, как уже отмечалось, использовали метатитановую кислоту, образованную при окислении трихлорида титана:



Образцы $\text{TiO}(\text{OH})_2$ подвергали термообработке при температурах 250–700°C, время выдержки 2 ч.

Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводили на дифрактометре DRON 3 ($\text{CuK}\alpha$ -излучение) в диапазоне 10° – $70^\circ 2\theta$ при скорости вращения гониометра $3^\circ 2\theta/\text{мин}$. Дифрактограммы индицировали с использованием базы данных PDF2 (2012). Рентгенограммы полученных образцов показаны на рис.1.

Сканирующую электронную микроскопию (СЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) полученных образцов проводили с использованием микроскопа JEOL JSM 35CF, оснащенного анализатором Harpin W, при ускоряющих напряжениях 1–30 кВ.

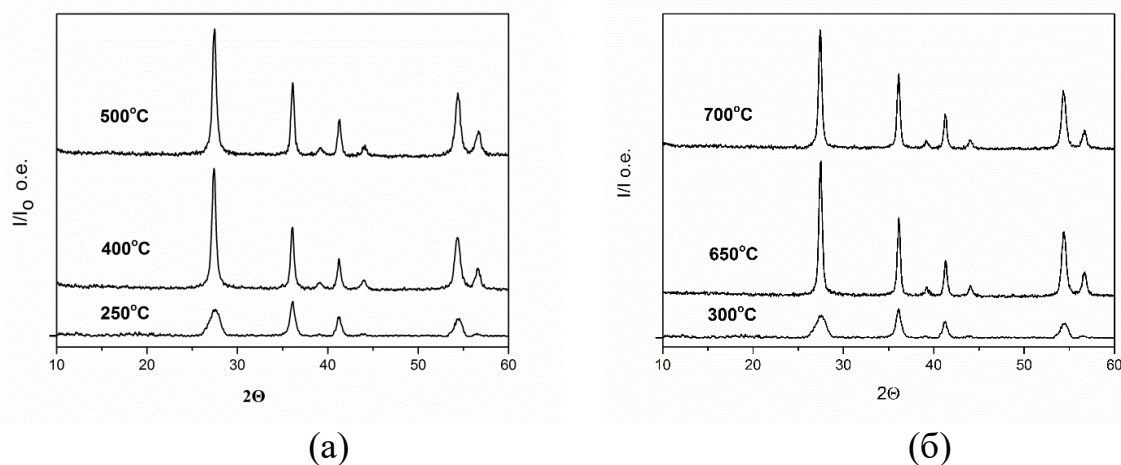


Рис. 1. Дифрактограммы образцов диоксида титана, полученных при термической обработке метатитановой кислоты.

На рис.1 видно, что при температурах 250–300°C образуется кристаллическая фаза диоксида титана в рутильной модификации. Увеличение температуры не приведет к изменению структуры полученных образцов. Но образцы диоксида титана, полученные при низких температурах 250–300°C имеют низкую степень кристалличности [3]. Это обусловлено тем, что для удаления молекул воды, гидроксильных групп $-\text{OH}$ и ионов хлора требуется большая температура.

По данным СЭМ (рис.2) можно утверждать, что частицы диоксида титана

имеют сфалеритную форму, что позволяет увеличивать адсорбционные свойства полученных материалов [4].

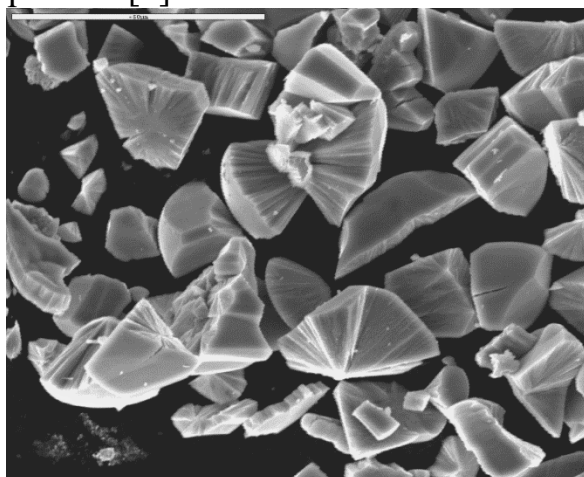


Рис. 2. Микроструктура образца диоксида титана, полученного при температуре 500°C.

Относительное атомное (%) содержание хлора, титана и кислорода на примере образца диоксида титана, полученного при температуре 500°C из данных РСМА показывает, что данный образец соответствует общей формуле $\text{Ti}_{0.99}\text{O}_{1.99}(\text{Cl}_{0.1})$, что соответствует [5].

Таким образом, в результате проведенных исследований еще раз установлено, что высокотемпературное разложение метатитановой кислоты приведет к образованию диоксида титана только в рутильной модификации. Кроме того, было выявлено, что способ получения метатитановой кислоты оказывает существенное влияние на размер и морфологию частиц диоксида титана.

Литература:

1. Hewitt J. Titanium in the Cosmetic Industry / Cosmetic Toiletries // - 1999. - v.114. - P. 59-68.
2. Тихонов В.А., Ермакова О.Е., Лановецкий С.В., Пойлов В.З. Влияние параметров процесса гидролиза титанил-сульфата на размер частиц метатитановой кислоты / Вестник ПГТУ // – 2009. - С. 56-62.
3. Шарипов Х.Б., Кабутов К., Джуракулов И.Х., Сафаров А., Султанов Ф. Синтез наночастиц диоксида титана из треххлористого титана и исследование их фотокаталитических свойств / Известие АНРТ// - 2018. - № 4(178). - С. 97-102.
4. Степанов А.Ю., Сотникова Л.В., Владимиров А.А., Дягилев Д.В., Титов Ф.В., Ларичев Т.А. Получение нанокристаллических порошков диоксида титана и исследование их кристаллографических и адсорбционных свойств / Ползуновский вестник // - 2013. - № 1. - С. 292-295.
5. Алиев С.А. Свойства плёнок диоксида титана с металлическими наночастицами / Вестник РУДН // - 2016. - № 2. - С. 73-86.

ПОЛУЧЕНИЕ ДИХРОИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТЕКЛЕ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Шавалеева С.М., кандидат химических наук, доцент,
Домрачева Ю.К., обучающаяся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: в данной работе изучена возможность получения ультратонких многослойных покрытий металлов и их оксидов на стекле методом магнетронного напыления. Также рассмотрена физика процесса частичного отражения в тонких пленках, описаны основные методы получения оксидных и металлических покрытий, представлен математический аппарат, необходимый для описания и моделирования интерференции в тонких пленках.

OBTAINING DICHROIC COATINGS ON GLASS BY MAGNETRON SPUTTERING

Shavaleeva S.M., candidate of chemical sciences, associate Professor,
Domracheva Yu.K., student

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: in this paper, the possibility of obtaining ultrathin multilayer coatings of metals and their oxides on glass by magnetron sputtering is studied. The physics of the partial reflection process in thin films is also considered, the main methods for obtaining oxide and metal coatings are described, and the mathematical apparatus necessary for describing and modeling interference in thin films is presented.

Специальные покрытия на стекле получили распространение в связи с широким спектром их применения. В зависимости от назначения покрытия могут быть зеркальными, поляризующими, просветляющими, фильтрующими и др. [1].

Такие покрытия представляют собой ультратонкие пленки металлов и их оксидов, нанесенные последовательно на поверхность стекла [2]. В зависимости от природы металла, толщины покрытия, длины волны и угла падения света покрытие пропускает или отражает лучи, вследствие чего стекло меняет цвет, поэтому такие стекла получили название «дихроичные» [3]. Дополнительные оптические эффекты появляются при нанесении покрытия на структурированную поверхность стекла и при использовании в качестве основы прозрачных или матовых стекол. Дихроичные стекла стали популярными в последние годы в декоративно-прикладном искусстве для получения красивых и долговечных оптических эффектов. Существенным недостатком в массовом применении та-

кого материала является дороговизна его изготовления.

Для получения дихроичных покрытий возможно применение следующих методов [4-7]: Магнетронное распыление; Электронно-лучевое испарение; Катодное (ионное) распыление; Термическое испарение; Термическое реактивное испарение; Высокочастотное распыление; Осаждение из растворов.

В теоретической части данной работы рассмотрена физика процесса частичного отражения в тонких пленках, описаны основные методы получения оксидных и металлических покрытий. Также представлен математический аппарат, необходимый для описания и моделирования интерференции в тонких пленках. Показано, что дихроичное покрытие является частным случаем брэгговской периодической решетки, полученная математическая модель позволяет оценить отражательную способность четвертьволновых отражателей, содержащих четное число слоев.

В экспериментальной части представлены исследования производственного образца, а также полученного методом магнетронного распыления покрытия на образце стекла, показаны основные его свойства и характеристики.

Нанесение покрытия на образец стекла происходил в следующем порядке. После закрепления анода и катода на своих местах, камера закрывается и включаются форвакуумный насос и водное охлаждение. При достижении показателя вакуумметра 0,7-0,8 Торр, с помощью газового редуктора газ подается в вакуумную камеру. С помощью высоковольтного источника между подложкой и мишенью создается разность потенциалов, начинается распыление материала катода. Контроль толщины пленки велся по времени работы магнетрона, рассчитанный на конкретной установке для конкретного металла с помощью проведенных ранее опытов. После работы магнетрона осуществлялся напуск кислорода в камеру для получения оксидных покрытий и цикл напыления повторялся заново.

Многослойное покрытие было получено из ванадия и вольфрама. Источники атомов металлов помещались в вакуумную камеру установки вакуумного напыления Quorum Q150T ES (Рис.1).

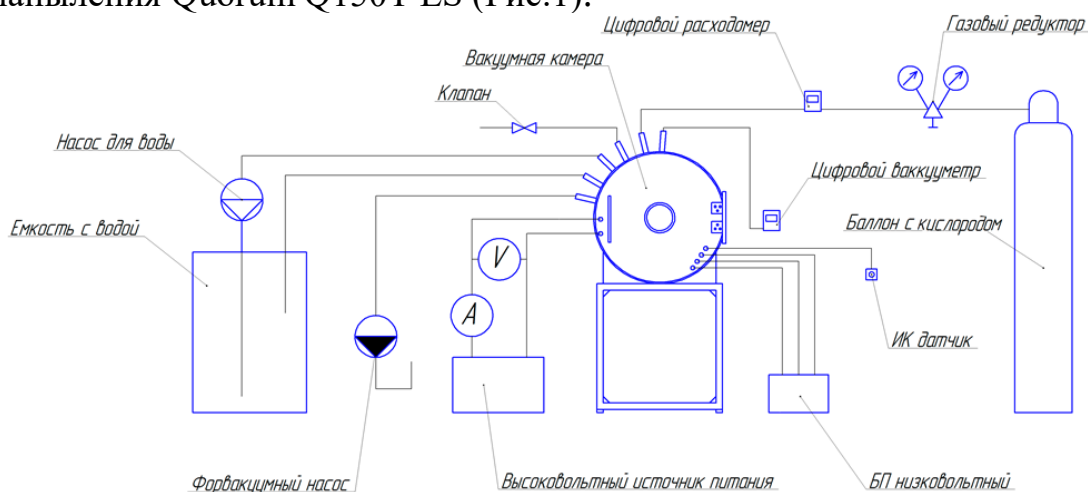


Рис. 1. Схема установки вакуумного напыления Quorum Q150T ES

По завершении напыления одного материала, другой перемещался под соседнюю мишень с магнетроном, что позволило получить многослойное покрытие за один цикл напыления. При работе магнетрона около 4 и 5 минут (с отключением каждую минуту во избежание выходов магнитов из строя), соответственно, для оксида ванадия и для оксида вольфрама удалось получить многослойное покрытие, состоящее из 4 и 16 пар слоев приблизительно равной толщины в 90 нм.

Спектральные зависимости энергетического коэффициента отражения покрытия от длины волны показали, что увеличение количества слоев в системе сужает спектр отражения и приближает к типичному брэгговскому отражателю.

Показано, что существует корреляция между математической моделью и полученным образцом стекла с дихроическим покрытием. Данная работа показала эффективность метода магнетронного напыления для получения дихроических покрытий.

Литература:

1. Крылова Т.Н., Интерференционные покрытия. - Ленинград: Машиностроение, 1973, с. 64.
2. Берлин Е.В., Двинин С.А., Сейдман Л.А., Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок. - Москва: Техносфера, 2007, с. 58-59.
3. R. Paschotta, «article on 'dichroism'» в The Encyclopedia of Laser Physics and Technology, 1. edition, Wiley-VCH, October 2008.
4. Губанова Л.А., Оптические покрытия. - Санкт Петербург: СПбГУ ИТМО, 2013, с. 52.
5. Путилин Э.С., Оптические покрытия. - Санкт Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2016, с. 177-180.
6. Антоненко С.В., Технология тонких пленок. - Москва: МИФИ, 2008, с. 16-18.
7. Орликов Л.Н., Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом. - Томск: ТУСУР, 2013, с. 14.

УДК 621.865.8

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Фаткузаманов А.Р., обучающийся

Гоголь Э.В., к.х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Автором предложен упрощенный способ нефтедобычи за счет использования в спуско-подъемных и транспортировочных операциях прототипа

робота-манипулятора, что позволит сократить на 50 % число персонала скважины и снизить риски возникновения нештатных ситуаций.

Ключевые слова: Нефтедобыча, спуско-подъемные и транспортировочные операции, робот-манипулятор.

AUTOMATION OF OIL PRODUCTION PROCESSES

Fatkuzamanov A. R., student

Gogol E.V., PhD in Chemistry

Kazan national research technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The author proposes a simplified method of oil production by using a prototype of a robotic manipulator in tripping and transportation operations, which will reduce the number of well personnel by 50% and reduce the risk of emergency situations.

Keyword: Oil production, round-trip and transportation operations, robotic arm.

Нефтяная индустрия является одной из немногих отраслей промышленности, в которых технологические решения, требующие многомиллиардных затрат, связаны с высокой степенью неопределенности получения прибыли. Это связано с тем, что компании сегодня имеют дело с трудноизвлекаемой нефтью, что требует инновационных решений для ее эффективной добычи.

В последние 5 лет в нефтедобыче, особенно в условиях Севера, наблюдается рост количества «дорогих» рабочих мест и возникает необходимость оптимизации технологических издержек. Возрастающая сложность нефтяного бизнеса и снижающийся потенциал оптимизации при использовании традиционных подходов требуют применения инновационных цифровых технологий [1, 2].

Цифровая трансформация нефтяной отрасли в течение ближайших лет запланирована по 4 ключевым направлениям: робототехника и физическая оптимизация, цифровизация процессов и автоматизация программного обеспечения, углубленная аналитика, связь и датчики. Наиболее важным направлением является развитие робототехники, которое в средне- и долгосрочной перспективе позволит отрасли минимизировать риски для персонала, например, при работе в неблагоприятных природно-климатических условиях, ускорить процессы принятия решений, достичь высоких показателей экологической и экономической эффективности в технологических процессах.

Нефтедобывающие компании внедряют роботизированные решения в тех областях, где есть возможность снижения рисков для персонала, при этом всех стадиях разработки скважины актуальными остаются вопросы экологической безопасности и безаварийности [3].

Ключевые компании в области нефтедобычи в настоящий момент реализуют следующие проекты роботизации: Shell внедряет дистанционно управляемую роботизированную систему Sensabot для мониторинга оборудования и проверок систем безопасности, ExxonMobil проводит поиск углеводородов с

помощью автономных роботов-глайдеров, ВР осуществляет ремонт подводного оборудования морских скважин с помощью робота-манипулятора, Total использует роботов для инспектирования оборудования переработки нефти. Однако повсеместного внедрения роботизированных решений среди нефтяных компаний пока не наблюдается, особенно это касается российского рынка, при том, что активная часть разработки нефтяных месторождений часто требует технологических решений по снижению аварийности и негативного воздействия на природные объекты. В этой связи автором предложен способ нефтедобычи тяжелой нефти с использованием в спуско-подъемных и транспортировочных операциях прототипа робота-манипулятора собственной конструкции.



Рис. 1. Схема автоматизации технологических процессов при нефтедобыче и транспортировке путем замены ряда специалистов.

Применение в составе оборудования для спуско-подъемных и транспортировочных операций предлагаемого робота-манипулятора может обеспечить сокращение на 50 % количество необходимого персонала (рис. 1) и на 15-25% снижение затрат на обслуживание разработки скважины, как за счет сокращения зарплатных и страховых выплат, так и за счет экономии временного и материального ресурса и увеличения выработки скважины.

Литература:

1. Современное состояние нефтяной промышленности России [Электронный ресурс]/ Специализированный журнал Бурение и нефть. [Официальный

сайт] URL: [http:// burneft.ru](http://burneft.ru).

2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 28-2017 Добыча нефти [Электронный ресурс]/ Бюро наилучших доступных технологий [Официальный сайт URL: <http://burondt.ru/>].

3. Т.Г. Короткова, К.С. Боженова Статистика и причины аварий на объектах нефтегазодобычи// Научные труды КубГТУ, 2019. – № 1. – С.115-124.

УДК 504.05

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И
НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Бельтюкова М.А., студент
Казанский (Приволжский) федеральный университет
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: в работе рассмотрены и проанализированы физико-химические и токсикологические свойства некоторых сорбентов, применяющихся при ликвидации нефтяных разливов.

Ключевые слова: нефть, нефтяные сорбенты, ликвидация разливов нефти, водные объекты, токсичность.

**RESEARCH PROPERTIES OF CERTAIN OIL SORBENTS USED IN
RESPONSE TO OIL AND OIL PRODUCTS SPILLS**

Bel'tyukova M.A., the student
Kazan (Volga) Federal University (Kazan, Russian Federation)

Abstract: tests on the efficiency of oil and oil products sorbents activity used by petroleum industries, their physical, chemical and toxicological properties.

Keywords: oil, oil sorbents, oil spill response, water surfaces, toxicity.

Одним из источников загрязнения окружающей среды является нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли промышленности. Вследствие низкой растворимости в воде накопление нефти и нефтепродуктов происходит в первую очередь на поверхности водоемов. В этой связи ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов с поверхности водоемов занимает особое место в экологической защите населения и охране окружающей природной среды.

К настоящему времени для очистки воды от нефти и нефтепродуктов используют различные методы, среди которых наиболее перспективны сорбционные методы с использованием сорбентов на основе полимерного сырья синтетического, искусственного и природного происхождения. Сорбционный метод – один из основных в области защиты окружающей среды, и сейчас на рынке предлагается большое количество видов сорбирующих материалов. Преимущества данного метода – возможность удаления загрязнений самой широкой природы до любых остаточных концентраций, управляемость процессом, отсутствие вторичных загрязнений. Часто сорбенты используются вместе с механическими методами сбора нефти и нефтепродуктов.

Исходя из вышесказанного, *цель данной работы* – исследование физико-химических и токсикологических свойств некоторых видов сорбентов, а также выявление наиболее оптимального сорбирующего материала.

В качестве *объектов исследования* взяты были 3 вида сорбентов, наиболее часто применяющихся на предприятиях по нефтедобыче и переработке нефти – Экосорб, УСВР и Униполимер-М.

Краткая характеристика объектов исследования:

Экосорб: основа сорбента – полипропиленовое волокно, представляет собой нетканый волокнистый материал белого цвета, нефтеемкость по паспортным данным составляет 15 г нефти/г сорбента.

УСВР (углеродная смесь высокой реакционной способности): основа сорбента – природный чешуйчатый графит, представляет собой углеродные наноструктуры в виде порошка тёмно-серого цвета, нефтеемкость по паспортным данным составляет 50 г нефти/г сорбента.

Униполимер-М: основа сорбента – синтезированная водорастворимая смола и катализатор отверждения (поропласт), представляет собой мезапористый полимерный термореактивный поропласт с открытой ячеистой структурой белого цвета, нефтеемкость по паспортным данным составляет 41-67 г нефти/г сорбента.

Измерение максимальной нефтеемкости

Максимальная нефтеемкость образцов определялась весовым методом.

Сорбционную емкость определяем по формуле (1):

$$E = (m_2 - m_1) / m_1, \quad (1)$$

m_1 – масса исходной пробы, г;

m_2 – масса влажной пробы, выдержанной в нефти в течении разного времени, г.

Для оценки кинетики процесса сорбции эксперимент проводили, выдерживая образец в нефти 5, 10, 30, 60 минут. За окончательный результат измерений принимается среднее арифметическое значение результатов 3-х испытаний.

Проведение испытаний водопоглощения сорбентов в статических условиях

Влагоемкость сорбента чрезвычайно важна для очистки от нефтяных загрязнений водных систем, так как она дает представление о селективности извлечения целевого компонента, о степени гидрофобности и, косвенно, о степени плавучести сорбента при удалении нефтяных пленок с поверхности воды. Водопоглощение (В), измеряемое в %, определяют по формуле (2):

$$B (\%) = (M_2 - M_1) / M_1 * 100, \quad (2)$$

M_1 – масса сорбента до инкубации (намокания), г;

M_2 – масса сорбента после инкубации в воде, г.

За результат принимают среднее арифметическое трех повторных испытаний. Для изучения кинетики водопоглощения опыт повторяли через 1, 2, 4, 24, 48 часов от начала намокания сорбента.

Определение плавучести

Плавучесть П (%) рассчитывают по формуле (3):

$$П (\%) = 100 * M_2 / M_1, \quad (3)$$

M1 – масса сорбента, взятого для анализа, г;

M2 – масса сорбента, оставшегося на плаву в течение 24 ч и высушенного до постоянной массы, г.

За результат принимают среднее арифметическое трех повторных испытаний.

Для проверки многократного действия сорбента, извлеченные образцы сорбента после взвешивания и других процедур тщательно отжимались, затем повторялся опыт с поглощением сорбента нефтью.

Для определения потенциального негативного воздействия исследуемых видов сорбентов на живые организмы производился расчет показателя фитотоксичности. Принцип метода основан на оценке влияния токсичных компонентов водных вытяжек, полученных на основе используемых сорбентов, на интенсивность прорастания семян *Raphanus sativus*.

Уровень фитотоксичности (Т, %) рассчитывают по формуле:

$$Т, \% = \frac{x_k - x}{x_k} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где x_k – среднее арифметическое длины проростков в контроле;

x – среднее арифметическое длины проростков в опыте.

Критерием фитотоксичности является подавление роста тест-объекта $\geq 20\%$.

На рис. 1 представлены результаты измерения максимальной нефтеемкости. Данный показатель характеризует количество впитанной нефти одним граммом сорбента.

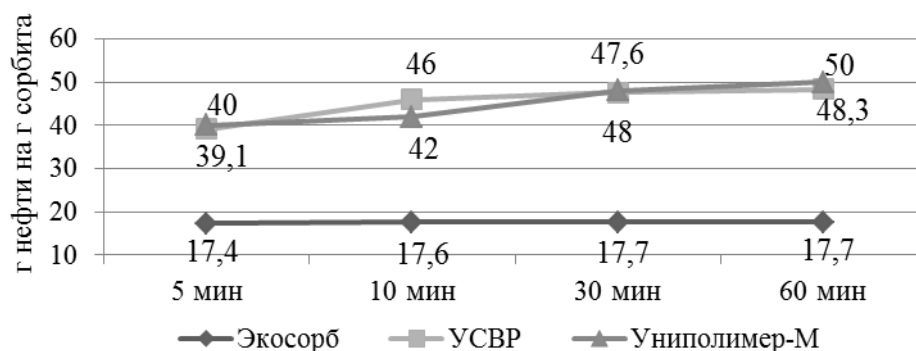


Рис. 1. Сравнение максимальной нефтеемкости исследуемых видов сорбентов

Как видно из рис.1, оптимальное время сорбции составило не более 10 мин, далее происходит только медленная остаточная сорбция. Сорбенты УСВР и Униполимер-М имеют примерно одинаковую более высокую максимальную нефтеемкость (около 50 г/г), чем сорбент Экосорб, имеющий значение около 18 г/г. Эти виды сорбирующих материалов медленнее, но более эффективно про-

изводят нефтепоглощение.

На рис. 2 представлены результаты измерения водопоглощения и плавучести сорбентов. Опыт показал, что наилучшей плавучестью в течение 24 часов обладает сорбирующий материал «Экосорб». Значения плавучести УСВР и Униполимер-М близки и составляют порядка 50-60%. Данный показатель очень важен для последующего сбора и утилизации отработанных материалов.

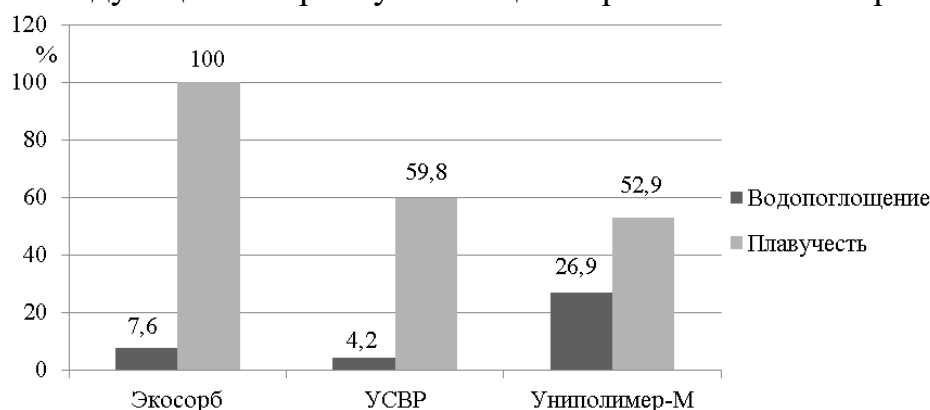


Рис. 2. Сравнение результатов измерения плавучести и водопоглощения сорбентов через 24 часа, в %

Полученные в лаборатории результаты исследования показали, что наименьшим водопоглощением, составляющим 5,8% по объему, обладает УСВР, что на 30% ниже водопоглощения Экосорба, и в 8 раз ниже водопоглощения Униполимера-М. По другим измеренным параметрам сорбирующий материал «Экосорб» превосходит сорбенты УСВР и Униполимер-М: так определение плавучести сорбентов показало, что он обладает хорошей плавучестью (100%) в течение 24 часов. Значения плавучести УСВР и Униполимер-М близки и составляют порядка 50-60%. Способность к регенерации позволяет использовать сорбент Экосорб многократно и увеличивает суммарную нефтеемкость в 3,8 раза (что составляет 68 г/г), в то время как УСВР и Униполимер-М повторно не используются.

Эксперимент показал, что 2 образца из 3-х достоверно не обладают фототоксичными свойствами – Экосорб, УСВР, а сорбирующий материал Униполимер-М подавляет рост и развитие тест-объекта (*Raphanus sativus*) на 29 %. Данный вид сорбентов при использовании для ликвидации загрязнений нефтью и нефтепродуктами может приводить к подавлению роста продуцентов и нарушению функционирования водных или почвенных биоценозов.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что выбор конкретного материала будет зависеть, в первую очередь, от масштаба и локализации загрязнения, однако, по совокупности исследуемых параметров, сорбирующий материал «Экосорб» превосходит сорбенты УСВР и Униполимер – М. Данный факт можно объяснить природой и физическим состоянием сорбента.

Литература:

1. Комиссаренков А. А., Федорова О. В. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов: учебно-методическое пособие. СПб., 2015. 44 с.
2. Темирганов Б.А. Исследование углеродных материалов для реабилитации водных экосистем, загрязненных нефтью / Б.А. Темирганов, З.Х. Султыгова, А.Х. Саламов, Р.Д. Арчакова // Вода: химия и экология. 2013. № 7. С. 113-118.

УДК 504.3.054

ОЦЕНКА ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО СОСТАВУ ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕД

Васильева М.А.¹, обучающийся;

Шипилова Р.Р.¹, ст. преподаватель;

Шагидуллин А.Р.², к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории прикладной экологии;

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

² ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Рассматривается изменчивость содержания металлов в почвенном покрове на территории города Казани. Проведен анализ проб почв на основе атомно-абсорбционного метода. Показаны перспективы использования современных методов для экологической оценки риска.

Ключевые слова: почвенный покров, атомно абсорбционный метод, тяжелые металлы, загрязняющие вещества.

ESTIMATION OF THE LOCAL LEVEL OF POLLUTION OF THE SURFACE LAYER OF ATMOSPHERIC AIR BY THE COMPOSITION OF DEPOSING MEDIA

Vasilyeva M.A.¹, student;

Shipilova R.R.¹, senior lecturer;

Shagidullin A.R.², Ph.D., senior researcher laboratory of applied ecology;

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI,
(Kazan, Russian Federation)

²GBU Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences
of the Republic of Tatarstan
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article deals with the variability of the content of metals in the soil cover on the territory of the city of Kazan. The analysis of soil samples was carried out on the basis of the atomic absorption method. The prospects of using modern

methods for environmental risk assessment are shown.

Keywords: soil cover, atomic absorption method, heavy metals, pollutants.

На территорию города Казани металлы поступают с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, то есть доминирующим путем поступления металлов является аэрогенный путь. Систематические наблюдения за содержанием металлов в приземном слое атмосферного воздуха из-за трудоемкости отбора проб воздуха и сложности их анализа проводится, как правило, по ограниченному перечню или не проводятся. Кроме того, в условиях сложной промышленно-селитебной застройкой и ограниченного числа стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферы, достоверную информацию о пространственном распределении загрязняющих веществ на всей территории города по данным систематических наблюдений практически невозможно получить [1-3].

Почвенный покров отражает различные временные характеристики загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха. Содержание металлов в поверхностном слое почв населенных мест является результатом многолетнего воздействия загрязненного атмосферного воздуха, отражая суммарное воздействие источников загрязнения и влияния метеорологических и других факторов, определяющих рассеивание компонентов выбросов.

В качестве аналитического метода определения металлов в различных средах метод атомно-абсорбционной спектроскопии является одним из наиболее селективных, воспроизводимых и относительно недорогих методов, позволяющий быстро и качественно проводить определения содержания металлов во всех выбранных объектах исследования. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии позволил определить уровень Zn по резонансной линии 213,9 нм с пределом обнаружения 0.001 мкг/мл, Cu – 324,8 нм с пределом обнаружения 0.001 мкг/мл, Fe – 248,3 нм с пределом обнаружения 0.01 мкг/мл, Pb – 283,3 нм с пределом обнаружения 0.01 мкг/мл, Cr – 357,9 нм с пределом обнаружения 0.005 мкг/мл, Sr – 460,7 нм с пределом обнаружения 0.03 мкг/мл.

Рассмотрим, как изменялось распределение концентраций металлов в почвенном покрове по территории города Казани (таблица 1), применяя РД 52.18.191-89.

Таблица 1.

Вс-во	Ед. изм.	Допустимое значение	$C \pm \Delta$ г. Казань, ул. Набережная	$C \pm \Delta$ г. Казань, ул. А. Кутуя	$C \pm \Delta$ г. Казань, свалка Кировский р-н	$C \pm \Delta$ г. Казань, свалка Привокзальная
Fe	Мг/кг	Не устан.	2130 $\pm$ 640	6200 $\pm$ 1900	487 $\pm$ 146	5200 $\pm$ 1600
Cu	Мг/кг	14-22	10,2 $\pm$ 3,1	56 $\pm$ 17	13,2 $\pm$ 4,0	3,9 $\pm$ 1,2
Zn	Мг/кг	40-50	25,7 $\pm$ 7,7	105 $\pm$ 32	25,9 $\pm$ 7,8	22,9 $\pm$ 6,9
Mn	Мг/кг	570-720	150 $\pm$ 45	232 $\pm$ 70	42 $\pm$ 13	221 $\pm$ 66
Co	Мг/кг	8-12	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

Cd	Мг/кг	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cr	Мг/кг	22-32	9,0 $\pm$ 2,7	<1,0	29,2 $\pm$ 8,7	1,33 $\pm$ 0,40
Ni	Мг/кг	25-45	12,5 $\pm$ 3,8	24,7 $\pm$ 7,4	16,0 $\pm$ 4,8	<1,0
Pb	Мг/кг	12	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

Исходя из выше представленных данных, превышение содержания таких металлов как медь и цинк зафиксировано по адресу Аделя Кутуя. На остальных участках города превышения содержания металлов не зафиксировано.

Таким образом, данные почвенного мониторинга содержания металлов позволяют выявить очаги загрязнения, не обнаруживаемые расчетными методами. Результаты натурного обследования депонирующих сред позволяет повысить адекватность результатов мониторинга [4-5].

Литература:

1. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха/ В сборнике: Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов. Научный симпозиум шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции). 2017. С. 180-183.
2. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 3//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 119-121.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмаков Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 2//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 115-118.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.
5. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия.// Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ПРЕВЫШЕНИЯ ПОРОГОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В ЗОНАХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ Г. КАЗАНИ

Васильева М.А.¹, обучающийся;

Шипилова Р.Р.¹, ст. преподаватель;

Шагидуллин А.Р.², к.ф.-м.н., с.н.с. лаборатории прикладной экологии

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация)

²ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

(Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Рассматривается изменчивость содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на уровне дыхания человека на участках автодорог в г. Казани. Проведен расчет по теореме Байеса для оценки вероятности превышения пороговых концентраций примесей. Показаны перспективы использования современных расчетных методов для экологической оценки риска.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, выбросы от автотранспорта, теорема Байеса, примеси в атмосферном воздухе, автотранспорт.

ANALYSIS PROBABILITY OF EXCEEDING THE THRESHOLD CONCENTRATIONS OF IMPURITIES IN THE ATMOSPHERIC AIR IN THE ZONES OF HIGHWAYS IN KAZAN

Vasilyeva M.A.¹, student;

Shipilova R.R.¹, senior lecturer;

Shagidullin A.R.², Ph.D., senior researcher laboratory of applied ecology

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
(Kazan, Russian Federation)

²GBU Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article deals with the variability of pollutants in the air at the level of human respiration on road sections in Almaty. Kazan. The calculation was carried out according to Bayes' theorem to estimate the probability of exceeding the threshold concentrations of impurities. Possibilities of using modern calculation methods for environmental risk assessment.

Keywords: pollutants, emissions from vehicles, Bayes' theorem, impurities in the air, vehicles.

Вклад выбросов автотранспортных средств (АТС) в крупных городах составляет более 70% от общего объема выбросов в атмосферный воздух. Опасность автотранспорта усугубляется тем, что вредные вещества поступают в

воздух на низких высотах, в зоне дыхания человека. Сегодня оценка негативного воздействия компонентов выбросов автотранспорта осуществляется на основе оценки степени превышения соответствующих ПДК, что не является полным обеспечением безопасности для населения[1-5].

По данным Управления ГИБДД МВД по РТ, по состоянию на 01.01.2019 г., общие валовые выбросы ЗВ от автомобильного транспорта юридических и физических лиц в 2018 г. составили 374,8тыс.т, или 54,2% от общего объема выбросов по РТ против 371,7тыс.т в 2017г. Увеличение выбросов ЗВ от автотранспортных средств на 3,1 тыс.т по отношению к предыдущему году связано с ростом количества автомобилей на 107,7тыс. единиц.

Для оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха на прилегающим к автомагистралям территориях использовались результаты измерения содержания основных компонентов выхлопных газов в воздухе г. Казань (оксида углерода, углеводородов, оксидов азота, диоксида серы, взвешенных веществ, аммиака). Точки наблюдения выбирались в районах с интенсивным движением транспорта и располагались на различных участках улиц в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей. Краткая характеристика точек отбора проб приведена в таблице 1. Отбор проб проводился в утренние и вечерние часы пик ($8^{00} - 10^{00}$ и $17^{00} - 19^{00}$). По каждому компоненту проведено не менее 30 результатов определений.

Точки для отбора проб выбирались вблизи автомагистралей с интенсивным движением транспорта (более 1200 автомобилей в час). Наибольшая интенсивность движения транспорта среди отобранных для проведения анализа участков наблюдалась на улице Проспект Победы (6500 автомобилей в час).

Один из оптимальных способов, масштабирующим разноразмерные переменные, является соотнесение каждого фактора риска к его пороговому значению («фону»), что, в свою очередь, можно считать проявлением события, вероятность которого, в случае целого ряда событий описывается теоремой Байеса, учитывающей как априорные, так и апостериорные вероятности с удельной оценкой долей относительно полной вероятности.

Для оценки превышения пороговых концентраций компонентов на участке территории оценивают их изменчивость и ее частотную характеристику в том же пространстве. Модели, которые находятся к моделируемому объекту в отношении вероятностного подобия, называют стохастическими. В отличие от детерминированных моделей, они оперирует случайными величинами, рассматривая получаемый на выходе результат в зависимости от действия неопределенности. Для стохастических моделей вычисляются вероятности наступления этих результатов, соответственно, мы можем утверждать о той или иной степени детерминированности наблюдаемого процесса. Нами был проведен расчет по теореме Байеса для оценки вероятности превышения пороговых концентраций примесей в зонах автомагистралей г. Казани. Результаты расчета показаны в таблице 1.

Таблица 1

Результаты оценки вероятностей превышения пороговых концентраций

Точка	Результаты расчетов по теореме Байеса					
	СО	Взвешенные вещества	SO ₂	NO	NO ₂	NH ₃
Точка 1-ул.Даурская, станция метро «Аметьево», вход №1	0,063	0,028	0	0,041	0,065	0,059
Точка 2- ул. Р.Зорге, 13	0,068	0,086	0	0,055	0,067	0,079
Точка 3- ул.Р.Зорге, 102	0,068	0,065	0	0,046	0,067	0,052
Точка 4- Проспект Победы, 78	0,063	0,094	0	0,111	0,069	0,112
Точка 5-Проспект Победы, 141, стоянка ТЦ «Мега»	0,066	0,072	0	0,087	0,067	0,09
Точка 6-Проспект А.Камалеева, стоянка ипподрома	0,068	0,065	0	0,087	0,067	0,059
Точка 7- ул.Салимжанова, 23	0,068	0,05	0	0,055	0,065	0,033
Точка 8- ул. Островского	0,061	0,05	0	0,041	0,062	0,046
Точка 9- ул. Оренбургский тракт, 17	0,068	0,057	0	0,055	0,062	0,079
Точка 10-пр. Ямашева, 46, Автостоянка ТЦ «Парк Хаус»	0,068	0,086	0	0,087	0,067	0,079
Точка 11- ул.Бондаренко, Парк Победы	0,063	0,021	0	0,046	0,067	0,026
Точка 12- ул. Чуйкова, 20а	0,068	0,101	0	0,074	0,069	0,059
Точка 13- Проспект Ямашева, 82	0,068	0,094	0	0,074	0,0674	0,086
Точка 14- пр. Ф.Амирхана, 30	0,068	0,065	0	0,064	0,065	0,072
Точка 15-ул.С.Хакима, стоянка ТЦ «ЛеруаМерлен»	0,066	0,057	0	0,069	0,067	0,059

Из приведенных расчетов видно, что вероятности превышения порогового уровня загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода (СО) распределены по городу равномерно. Размах значений вероятностей составляет 0,061-0,068. Наибольшая вероятность загрязнения взвешенными веществами приходится на точку 12, вероятность равна 0,101. Превышений порогового уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами диоксида серы (SO₂) не наблюдается. Высокие концентрации диоксида азота (NO₂), оксида азота (NO) и аммиа-

ка (NH_3) чаще всего отмечаются в точке 4, их вероятность составляет 0,111; 0,069 и 0,112 соответственно.

Таким образом, проведена оценка экологического риска, представленного вероятностью превышения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе над их фоновыми значениями. Районы города, где наблюдается наибольшая вероятность загрязнения атмосферного воздуха, являются приоритетными для проведения мероприятий по снижению выбросов от автотранспорта [6].

Литература:

1. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха/ В сборнике: Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов. Научный симпозиум шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции). 2017. С. 180-183.
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов/ Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 19. С. 71-74.
3. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 3//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 119-121.
4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмаков Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 2//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 115-118.
5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.
6. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия.// Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

УДК 631.46

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗНОМ ОСТАТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Вершинин А.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Каримуллин Л.К., научный сотрудник,
Петров А.М., кандидат биологических наук, заведующий лабораторией
Князев И.В., научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан,
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: произведена оценка функционального состояния различных типов серых лесных почв, рекультивированных после нефтяного загрязнения. Способность почв преодолевать негативное воздействие нефти отличалась существенным образом. Полученные сведения позволяют дать заключение о возможности дальнейшего использования почвы в сельскохозяйственном производстве

Ключевые слова: серые лесные почвы; микробное сообщество; нефтепродукты (НП); коэффициент микробного дыхания (Qr)

ASSESSMENT CHARACTERISTICS OF RE-CULTIVATED GRAY FOREST SOILS UPON DIFFERENT RESIDUAL CONTENT OF OIL PRODUCTS

Vershinin A.A., candidate of biological science, senior researcher associate;
Karimullin L.K., researcher associate;
Petrov A.M., candidate of biological science, head of laboratory
Knyazev I.V., researcher associate
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan
Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The functional state of various types of gray forest soils re-cultivated after oil pollution has been assessed. The ability of soils to overcome negative impact of oil differed significantly. The results obtained allows us to conclude on the possibility of further use of soil in agriculture.

Keywords: grey forest soils; microbial community; oil products (OP); of microbial respiration quotient (Qr)

После проведения рекультивации загрязненных нефтью территорий возникает вопрос о возможности их использования в сельскохозяйственной практике. Несмотря на значительное снижение содержания нефтепродуктов рекультивированная почва может сохранять токсичность, обусловленную как самими нефтепродуктами, так и вторичными метаболитами, образующимися в процессе трансформации углеводов нефти. Кроме того представляется важным оце-

нить функциональное состояние микрофлоры. Скорость восстановления естественных свойств почвы определяется концентрацией, длительностью воздействия, химической природой загрязнителя, а также ее типом [1,2]. Почвы отличаются друг от друга способностью преодолевать негативное воздействие поллютантов [3].

Цель исследований заключалась в изучении функционального состояния различных типов серых лесных почв, рекультивированных после нефтяного загрязнения.

Изучены три разных типа серой лесной почвы: светло-серая лесная (Ссл); серая лесная (Сл); темно-серая лесная, отличающиеся по агрохимическим показателям и гранулометрическому составу. Исследования проводили в модельных опытах. Исходные почвы загрязняли тяжелой сернистой нефтью Ямашинского месторождения РТ. В почвы вносилось 5,10,15, и 20% нефти. Контейнеры с образцами почв находились в условиях лаборатории при комнатной температуре. Влажность поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости. Периодически проводилось рыхление почв. Контролем служила чистая незагрязненная нефтью почва. В качестве критерия оценки состояния микробного пула почв использовали параметры почвенного дыхания [4]. Через определенные промежутки времени отбирались пробы для анализа. Основным показателем служила величина коэффициента микробного дыхания (Q_r), вычисляемая как отношение скоростей базального ($V_{\text{базал}}$) и субстрат-индуцированного дыхания ($V_{\text{сид}}$). $Q_r = V_{\text{базал}} / V_{\text{сид}}$. Для оценки воздействия поллютанта на микрофлору вычисляли отношение показателей дыхания почв при определенных воздействиях к контрольным характеристикам. В данном случае это показатель $Q'_r = Q_{r\text{загр.}} / Q_{r\text{контроль}}$. Согласно [4] при значении $Q'_r = 1,0$ отсутствует какое-либо влияние микробный пул почвы; $Q'_r = 1-2$ указывает на слабое влияние; $Q'_r = 2-5$ среднее влияние; $Q'_r = 5-10$ сильное влияние; Q'_r более 10,0 отражает катастрофическое воздействие на микробный пул почвы.

По истечении 4 лет инкубации содержание нефтепродуктов в различных типах почв составило: для Ссл 2,96 – 18,20 г/кг; для Сл 3,20 -31,5г/кг; для Тсл 5,50 -21,70 г/кг. Обнаружены существенные отличия величины Q'_r различных типов серых лесных почв. Наиболее предпочтительным оказалось состояние Сл почвы, Q'_r которой был стабилен во всем диапазоне исследуемых концентраций поллютанта, а величина его находилась на уровне контроля, что соответствует состоянию, характерному для чистой почвы. В целом, можно констатировать “отсутствие” влияния НП в некоторых вариантах Сл почвы. Также невелик был Q'_r Тсл почвы (1,19 – 1,48), что говорит о “слабом” остаточном воздействии НП на микрофлору почв. В Ссл почве, напротив, Q'_r в значительной степени зависел от остаточной концентрации НП в почве и достигал значений 1,63 – 4,38. Это позволяет оценить степень нарушения устойчивости микробного пула Ссл почвы как “среднюю” (рис. 1).

Таким образом, после 4-летней рекультивации микробное сообщество Сл и Тсл почв приобрело устойчивое состояние равное или приближающееся к па-

раметрам, характерным для чистых почв. Ссл почва в это время еще находится под влиянием НП. Почвенные обменные процессы разбалансированы, а микробный пул нестабилен. Данные сведения указывают, что процесс рекультивации Ссл почвы должен быть продолжен.

В соответствии с данным подходом были проанализированы различные типы рекультивированных серых лесных почвы, отобранных в различных

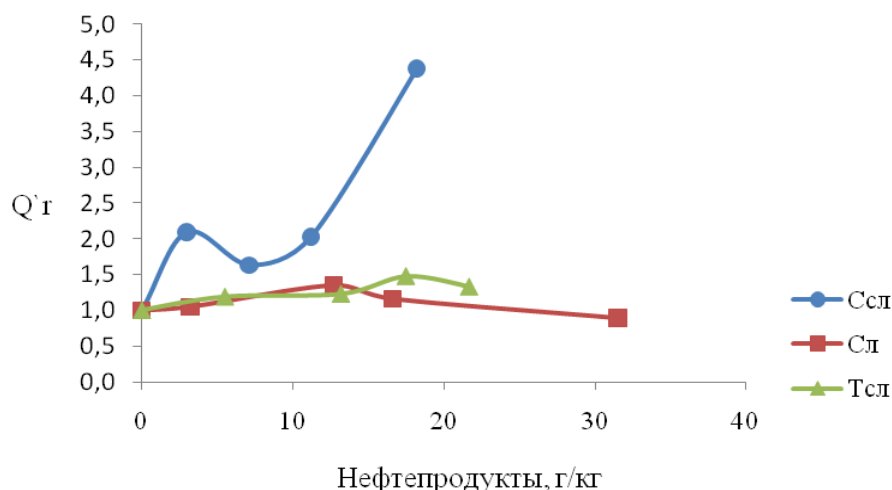


Рис. 1. Воздействие остаточных концентраций НП на коэффициент микробного дыхания рекультивированных аллювиальных почв $Q'r$ ($Q'r = Q_{гзагр.} / Q_{г контр.}$)

регионах с разных ландшафтов и обладающие разным гранулометрическим составом. На основании линейной регрессии были рассчитаны предельные остаточные концентрации НП, при которых наблюдалось их “слабое” действие на почвенный микробиоценоз (табл. 1). Среди исследованных образцов были выделены почвы, обладающие повышенной устойчивостью к НП (Ссл-лг и Тсл-сс). В других (Сл-сс, Сл-лг, Тсл-тс и Тсл-лг), напротив, “слабое” негативное действие НП на микробный пул начинало проявляться при минимальных концентрациях поллютанта (ПО 0,9 – 1,8 г/кг) – табл. 1.

Таблица 1.

Характеристики и условное обозначение почв
(ПО - предельное остаточное содержание НП в почвах при котором наблюдается слабое их воздействие на почвенный микробиоценоз).

Тип почвы	Обозначение	Механический состав	НП, г/кг	ПО, г/кг
Светло-серая лесная	Ссл-тс	Тяжелосуглинистая	0,80 - 2,80	3,0
	Ссл-лг	Легкоглинистая	1,40 - 14,00	7,2
	Ссл-лс	Легкосуглинистая	1,50 - 6,40	2,6
Серая лесная	Сл-лг	Легкоглинистая	5,20 – 35,70	1,8
	Сл-сс	Среднесуглинистая	1,10 - 7,20	1,2
	Сл-лс	Легкосуглинистая	2,60 - 19,30	2,7
Темно-серая лесная	Тсл-тс	Тяжелосуглинистая	1,40 - 14,90	0,9
	Тсл-лг	Легкоглинистая	1,20 - 7,00	0,9
	Тсл-сс	Среднесуглинистая	0,80 – 7,00	7,2

Получены следующие выводы:

1. Определено эколого-физиологическое состояние различных типов рекультивированных серых лесных почв при разном остаточном содержании нефтепродуктов.
2. Исследованные почвы значительно отличались друг от друга по способности преодолевать негативное воздействие нефти.
3. Не обнаружено зависимости между типом почвы, гранулометрическим составом и скоростью восстановления нормального функционирования микробоценоза. В категорию устойчивых попадали почвы разного типа и разного гранулометрического состава, также как и в категории особо чувствительных обнаруживались почвы разного типа и химического состава. Это обуславливает необходимость индивидуального изучения каждого загрязненного земельного массива.
4. Определение функционального состояния почв позволяет дать заключение о возможности использования рекультивированной почвы в сельскохозяйственном производстве либо продолжении восстановительных мероприятий.

Литература:

1. Ананьева Н.Д., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Сусьян Е.А. Влияние полихлорированных бифенилов на микробную биомассу и дыхание серой лесной почвы // Почвоведение. 2005. №7. С.871-876.
2. Петров А.М., Вершинин А.А., Каримуллин Л.К., Акайкин Д.В., Тарасов О.Ю. Динамика эколого-биологических характеристик дерново-подзолистых почв в условиях длительного нефтяного загрязнения // Почвоведение. 2016. №7. С. 848-856. Doi:107868/S0032180x16050130
3. Киреева, Н.А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв/ В.В. Водопьянов, А.М. Мифтахов. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.
4. Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве. *Почвоведение*. 1996. №11. 1341-1346.

УДК 504.455:504.4.054

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ СУЛЬФАТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПРОЛЕТАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Воробьев Е.В., кандидат химических наук, доцент;

Орехова Ю.В., Ведущий аналитик отдела исследования качества вод и аналитической деятельности. ФГБУ «Российский информационно-аналитический и научно-исследовательский водохозяйственный центр»;
(г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Куликова О.А., магистрант ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
(г. Таганрог, Российская федерация)

Южный федеральный университет, кафедра техносферной безопасности
и химии, Таганрог, Россия

Аннотация: Засоление водоемов – сложный экологический процесс, который может происходить как под влиянием человека, так и в результате геохимических процессов. Исследования солевого состава воды – важная часть мониторинга таких объектов.

Ключевые слова: солончаки, Пролетарское водохранилище, мониторинг водных объектов, солевой состав водоема.

STUDY OF LONG-TERM DYNAMICS OF SULPHATE POLLUTION IN THE PROLETARIAN RESERVOIR

Vorobiev E.V., candidate of chemical sciences, associate professor;

Orekhova Yu.V., Leading analyst of the Department of Water Quality Research and Analytical Activities. Federal State Budgetary Institution “Russian Information, Analytical and Research Water Management Center”;
(Rostov-on-Don, Russian Federation)

Kulikova O.A., Master's student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Southern Federal University"
(Taganrog, Russian Federation)

Southern Federal University, Department of Technosphere Safety and Chemistry,
Taganrog, Russia

Abstract: Abstract: Salinization of water bodies is a complex ecological process that can occur both under the influence of humans and as a result of geochemical processes. Studies of the salt composition of water are an important part of monitoring such objects.

Keywords: salt marshes, Proletarskoe reservoir, monitoring of water bodies, salt composition of the reservoir.

Пролетарское водохранилище представляет особый интерес в связи с процессами опреснения, которые были организованы за счет пуска кубанской воды через Невиномысский канал. Материалом для работы послужили данные мониторинга, полученные гидрохимической лабораторией ФГУ «УВРЦВ». Исследования проводились с 2005 по 2018 гг. отделом исследования качества вод и аналитической деятельности ФГУ «Донводинформцентр».

На территории Ростовской области мониторинг производится в 5 точках. Для анализа динамики солевого состава нами было выбрано в качестве репрезентативных три створа: в районе гидропоста, недалеко от Ново-Манычевской дамбы, вблизи впадения реки Средний Егорлык и около верхнего бьефа (рис.1). Таким образом, охвачена вся протяженность Пролетарского водохранилища. Это позволяет не только изучить солевой состав водохранилища, но и оценить влияние питающих рек на химический состав.

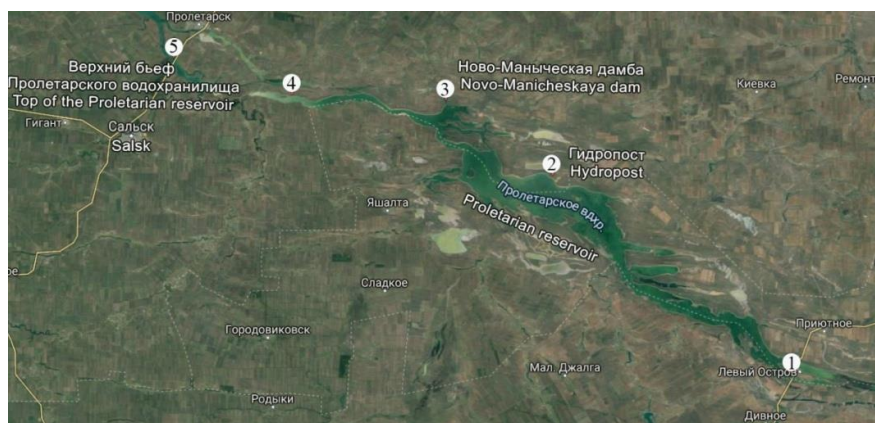


Рис 1. Расположение точек отбора проб на Пролетарском водохранилище

Повышенное содержание сульфат-анионов в воде Пролетарского водохранилища обусловлено его питанием в восточной части за счет воды реки Маныч, обладающей высокой минерализацией (рис.2).

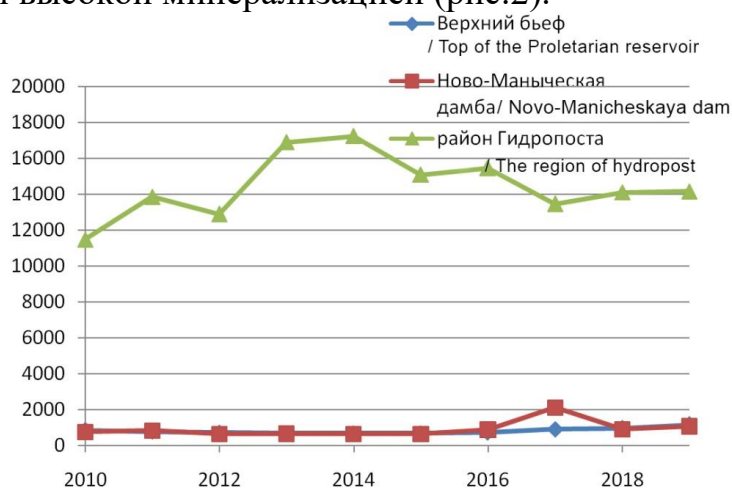


Рис. 2. Среднегодовые концентрации (мг/дм^3) сульфатов в трех точках пробоотбора

При проведении многолетнего анализа на основании среднегодовых концентраций сульфат-анионов можно наблюдать высокие значения в районе Гидропоста. В отдельные годы (2013-2014) концентрация достигает 17000 мг/дм^3 и даже превышает эту отметку. Наряду с этим, динамика сульфатов в этой точке не коррелирует с изменением содержания сульфатов в районе Ново-Манычской дамбы и вблизи верхнего бьефа. Так в 2017 году концентрация сульфатов в районе Гидропоста несколько снизилась по сравнению в предыдущими четырьмя годами, в то время как у верхнего бьефа концентрация плавно росла, а в районе Ново-Манычской дамбы наблюдался резкий скачок концентрации (рис. 2А и рис. 2Б). Рисунок 2Б приведен для масштабирования данных по двум точкам, в которых концентрация сульфатов приблизительно равна. Так можно видеть, что обсуждаемое скачкообразное повышение концентрации SO_4^{2-} происходит только вблизи Ново-Манычской дамбы и далее не наблюдается. При детальном изучении явления нами было выявлено, что резкое

повышение концентрации произошло в июне 2017 года (до 4635 мг/дм³), оказав влияние на среднегодовое значение. Одной из причин такой ситуации может быть заслушливый период, приводящий к обмелению водоема и повышению концентрации солей [1]. Однако, обращаясь к Дневнику погоды метеослужбы Gismeteo.ru [2], такой ситуации не было отмечено. Другой причиной такого явления могут служить испытательные работы на дамбе, что привело к кратковременному резкому возрастанию обсуждаемого показателя. Если при этом был сброшен малый объем соленой воды из восточной части Пролетарского водохранилища, то до следующей точки пробоотбора (вблизи верхнего бьефа) произошло достаточное разбавление. В целом, корреляции в концентрации сульфатов в пробах из первой и двух других последующих точек пробоотбора не наблюдается. Это вполне объяснимо с учетом регулирования водостока как за счет подачи сильно соленой воды из восточной части водохранилища, так и за счет дозирования пресной воды из Невиномысского канала.

Литература:

1. Лурье, П.М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа.– СанктПетербург: Гидрометеиздат, 2002.– 506 с
2. Дневник погоды в Пролетарске
<https://www.gismeteo.ru/diary/5116/2013/11/> (дата обращения: 19.04.2020)

УДК 504.455:504.4.054

ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ РЕК МИУС И СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ

Воробьев Е.В., кандидат химических наук, доцент;

Усова Е.В., Заведующая отделом исследования качества вод и аналитической деятельности. ФГБУ «Российский информационно-аналитический и научно-исследовательский водохозяйственный центр»;

(г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Назарянц А.А., магистрант ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
(г. Таганрог, Российская федерация)

Южный федеральный университет, кафедра техносферной безопасности
и химии, Таганрог, Россия

Аннотация: В статье рассматривается проблема мониторинга водоемов, расположенных на территории нескольких государств на примере конкретных водоемов – рек Серевский Донец и Миус. Реки протекают по территории России и Украины и оказываются под воздействием антропогенного влияния на разных участках.

Ключевые слова: трансграничные реки, мониторинг водных систем, экология рек, загрязнение водоемов.

PROBLEMS OF MONITORING TRANSBOUNDARY WATER BODIES ON THE EXAMPLE OF THE MIUS AND SEVERKY DONETS RIVERS

Vorobiev E.V., candidate of chemical sciences, associate professor;

Usova E.V., Head of the Department of Water Quality Research and Analytical Activities. Federal State Budgetary Institution "Russian Information, Analytical and Research Water Management Center";
(Rostov-on-Don, Russian Federation)

Nazaryants A.A., Master's student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Southern Federal University"
(Taganrog, Russian Federation)

Southern Federal University, Department of Technosphere Safety and Chemistry,
Taganrog, Russia

Abstract: The article deals with the problem of monitoring water located on the territory of several states on the example of specific water bodies - the Serevsky Donets and Mius rivers. Rivers flow through the territory of Russia and Ukraine and are under the influence of anthropogenic influence in different areas.

Keywords: transboundary rivers, monitoring of water systems, ecology of rivers, pollution of water bodies.

Проблема мониторинга трансграничных водоемов является острой для исследовательских организаций и служб контроля состояния окружающей среды. Между государствами, как правило, существуют договоренности о методологии, периодичности таких исследований, а также об обмене данными [1]. Однако, в ряде случаев такое взаимодействие не удастся организовать, либо оно нарушается в результате изменения политической ситуации. Ярким примером таких трудностей являются такие природные объекты, как реки, протекающие по территории России и Украины. В настоящий момент отсутствует возможность получить информацию как об экологическом состоянии воды и донного покрова, так и о факторах влияющих на это состояние. Наряду с тем, что восточные районы Украины представляют собой мощный промышленный и угледобывающий регион, состояние таких рек, как Миус и Северский Донец вызывает серьезные опасения.

Обе реки протекают по территории двух государств Украины и России. Однако Северский Донец, в отличие от Миуса, имеющего исток на территории Украины, берет свое начало в Белгородской области, потом проходит по востоку Украины и попадает в Ростовскую область [2] (Рис. 1).



Рис. 1 Бассейн реки Северский Донец.

Экологический мониторинг реки Северский Донец с российской стороны проводится до протекания по территории Украины (в Белгородской области) и после протекания (в Ростовской области), в том числе на приграничных территориях. Это позволяет оценить антропогенную нагрузку на водный объект на разных участках. Например, большинство превышений анионного состава (сульфаты, хлориды, фосфатов) в речной воде наблюдается после протекания через территорию восточной части Украины, а нитриты привносятся в Белгородской области [3]. Также важно учитывать влияние рек, впадающих в рассматриваемый водный объект.

При оценке загрязненности можно опираться на удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) с учетом «Перечня рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [4]. Индекс загрязнения воды (УКИЗВ) колеблется по течению реки Северского Донца в основном от IIIa (загрязненная) до IIIб (очень загрязненная), за исключением: 2007 (с. Новая Таволжанка), 2013, 2015 гг. (г. Донецк) - IVa (грязная)

Регулярная оценка состава речной воды и донных отложений на различных участках может послужить основанием для выводов об источниках загрязнения и их расположении.

Мониторинг реки Миус представляет более сложную задачу, так как не удастся исследовать состояние истока и впадающих рек в верхней части Миуса, оказывающих свое влияние на солевой состав реки. Таким образом оценить величину антропогенного вклада и естественного фона как анионного, так и катионного состава затруднительно. Кроме того, как для катионного, так и для анионного состава характерны сезонные колебания, влияние режима работы водохранилищ и интенсивность работы промышленных объектов. При отсутствии обмена информацией между экологическими службами государств возникает большое количество переменных, которые невозможно учесть для оценки влияния на состояние водного объекта.

Для решения данной проблемы необходимо обеспечение взаимодействия между экологическими службами государств на уровне принятия законопроектов и нормативных документов международного уровня. С учетом того, что состояние водных объектов оказывает существенное влияние на состояние флоры, фауны, прилежащих территорий, задача урегулирования сотрудничества в сфере экологического мониторинга является приоритетной.

Литература:

1. Водные ресурсы и проблемы водопользования в России <https://azvolga.com/ekologicheskie-problemy-vodnogo-hozyaystva/> (дата обращения: 15.04.2020).
2. Северский Донец. https://ru.wikipedia.org/wiki/Северский_Донец (дата обращения: 15.04.2020).
3. Вишневский В.І. Гідрологічні характеристики річок України. «Ніка-Центр», Київ, 2003
4. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»././ Опубликован на Официальном Интернет-портале правовой информации <http://www.pravo.gov.ru> – (дата обращения: 15.08.2019).

УДК 504.3.054

МОДЕЛИ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Габдрахманова А.И.¹, бакалавр

Новикова К.Н.¹, магистр

Шагидуллин А.Р.², к.ф.-м.н., с.н.с.

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

² Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: осуществлен обзор и анализ используемых расчетных моделей рассеивания примесей в приземном слое атмосферного воздуха и проведена апробация расчета рассеивания атмосферных примесей

Ключевые слова: выбросы, примеси, рассеивание, приземные концентрации

MODELS FOR CALCULATING IMPURITY CONCENTRATIONS IN THE SURFACE LAYER OF ATMOSPHERIC AIR

Gabdrakhmanova A.I.¹, student

Novikova K.N.¹, master

Shagidullin A.R.², Ph. D., s. n. s.

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI,
(Kazan, Russian Federation)

²Institute of ecology and subsoil use problems Of the Academy of Sciences
of the Republic of Tatarstan
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: the results of calculating the dispersion of atmospheric impurities in the boundary layer of the atmosphere adjacent to the earth's surface are presented, and the calculation models used are reviewed and analyzed.

Keywords: atmospheric circulation, dispersion of impurities, turbulence

Применение моделей расчета загрязнения атмосферы дает возможность определить концентрации примесей, в том числе и на территориях, не охваченных систематическими наблюдениями и определить эффективность реализуемого и планируемого комплекса воздухоохраных мероприятий. Рассеивание примесей в приземном слое атмосферного воздуха определяется множеством факторов - динамических, термических, синоптических, влажностных и т.п. Динамика процессов определяется нелинейными механизмами адвекции, турбулентного обмена, влиянием градиентов давления. В пограничном слое атмосферы, примыкающем к поверхности земли, важную роль играют орографические неоднородности – такие, как неровности рельефа, особенности застройки и уличные каньоны, лесные массивы, водоемы и т.п. Эти факторы обуславливают формирование сложной картины рассеивания примесей с сильной изменчивостью в пространстве и времени. Задача воспроизведения таких течений связана с нетривиальными проблемами численного анализа, гидродинамики, теории турбулентности и др. Подобные задачи можно решить, используя модели расчёта концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха [1-3].

В настоящее время, существуют значительные расхождения относительно подходов к моделированию рассеивания примесей в атмосфере. Тем не менее, большинство современных расчетов являются различного рода модификациями и усовершенствованиями ряда основных моделей. Большая характеристика распространения выбросов примесей в разных метеорологических условиях приводят к необходимости использования нескольких моделей:

1. Модели загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками выбросов, основанные на методике ОНД-86. Модель эмпирическая и позволяет рассчитать сложившееся распределение концентраций примеси при заданном ветре и максимально неблагоприятном с точки зрения рассеяния примесей состоянии атмосферы.

2. Модели МАГАТЭ для расчетов загрязнений атмосферы, создаваемых стационарными источниками примесей. Это наиболее полные из существующих в настоящее время эмпирических моделей. Характер их детализации позволяет учитывать особенности местных метеорологических условий и рассчитывать распределение концентрации примесей в текущих метеорологических условиях. Модели предварительной работы по привязке к местным условиям.

3. Простые нестационарные модели для расчета распространения облака загрязняющих веществ, предназначенные для экспресс-прогноза. Модели строятся на основе методик и моделей МАГАТЭ и позволяют рассчитать траекторию и время движения облака выбросов в текущих метеорологических критериях.

4. Нестационарные модели загрязнения, учитывающие разнородность подстилающей поверхности с решением уравнения переноса-диффузии примесей в приземном слое атмосферного воздуха. Применяется в тех случаях, когда необходимо учесть разнородность подстилающей поверхности.

5. Нестационарные модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере, в которые включены расчеты мезометеорологических характеристик атмосферного воздуха с учетом рельефа местности. Модели основаны на решении трёхмерного уравнения переноса диффузии примеси. Требуют больших вычислительных ресурсов и подробного задания больших объемов входной и исходной информации.

6. Модели, которые дают возможность прогнозировать загрязнение при штилевых условиях всевозможных типов. Характеристики распределения и диффузии примесей в безветренных условиях и во время ветра различаются настолько, что для их описания требуются различные модели. Характер распространения загрязнения во время штиля значительно зависит от состояния атмосферы, орографии местности и исходных условий [4-7].

Необходимо отметить, что модели не учитывают весь набор значимых параметров, определяющих рассеивание примесей: параметры источников, метеопараметры, физико-географические параметры. Включение поправочных коэффициентов, для их учета однозначно усложняют расчеты. На практике также применяется гибридизация выше перечисленных типов моделей.

Для расчетного определения концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха мы использовали методы, основанные на методике ОНД – 86. Использовалось специальное программное средство - унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА «Эколог»). Предварительные расчеты полей концентраций первоначально проводились с крупным шагом - 1 км на расчетном прямоугольнике, охватывающем всю территорию города Нижнекамск, пригородные территории и промышленную зону. Расчеты проводились с помощью средневзвешенной опасной скорости ветра, т.е. в массиве данных метеопараметров УПРЗА «Эколог» указывалась одна расчетная скорость ветра. Был проведен анализ полученных результатов и на основе укрупненных расчетов были определены размеры расчетных прямоугольников и их количество для каждого из рассматриваемых загрязняющих веществ.

Расчетные прямоугольники для каждого вещества выбирались из тех соображений, чтобы они включили территории, на которых в расчетах первого приближения были получены концентрации, превышающие 0,1ПДК. В среднем шаг расчетной сетки для окончательных расчетов был установлен в 100м. Шаги расчетной сетки выбирались с учетом величин расстояний на которых определялись максимальные значения концентраций примесей, рассчитанные программой на первых этапах расчетов. При окончательном расчете распределений приземных концентраций примесей в качестве расчетных скоростей ветра выбирались следующие: 0,5 м/с; 0,5 $U_{м.с.}$, $U_{м.с.}$, 1,5 $U_{м.с.}$, $U_{ср}$, U° ; где $U_{м.с.}$ - средневзвешенная опасная скорость ветра, рассчитываемая программой автоматически, $U_{ср}$ - средняя скорость ветра в городе, U° - скорость, превышаемая не более, чем в 5 % случаев.

Для оценки вкладов предприятий и отдельных источников при проведении расчетов выбирались контрольные расчетные точки, расположенные в массивах жилой застройки. Контрольные точки выбирались с использованием полей концентраций примесей таким образом, чтобы получить максимум концентрации загрязняющего вещества, создаваемой в жилой зоне. В качестве примера полученных полей концентраций на рис. 1 показано поле концентрации основной примеси диоксида азота.

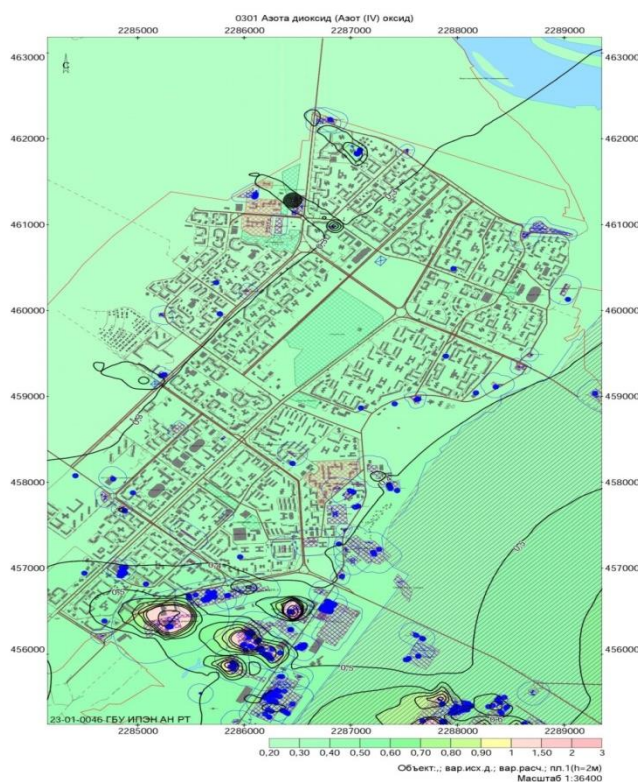


Рис. 1. Поле концентраций диоксида азота (в долях ПДК)

Анализ рисунка 1 показывает, что максимальные концентрации примеси наблюдаются в жилой зоне города, уменьшаясь равномерно к его границам. При этом превышения ПДК в юго-восточной и юго-западной частях города до-

стигают 2 и более раз. Проведенный анализ показал, что полученные поля загрязнения примесями приземного слоя атмосферы города Нижнекамск имеют радиальную структуру, свидетельствующую об относительной равномерности характера рассеивания выбросов. Существенную роль в формировании общего поля загрязнения в г. Нижнекамска играют процессы диффузионного переноса под влиянием нескольких «островов тепла».

Анализ результатов расчетов полей концентраций примесей, в городе Нижнекамск показывает одинаковые закономерности распределения концентрации примесей. Это связано с тем, что стационарные источники загрязнения воздействуют на всю территорию города и над ним образуется слой, аккумулирующий примеси. Благодаря турбулентному обмену из этого слоя в приземный слой поступают загрязняющие вещества, которые затем распространяются по всей территории города и за его пределы, что определяет относительную однородность среднего поля концентраций примесей. В результате высокие концентрации примесей наблюдаются даже в тех районах, где отсутствуют явные источники загрязнения атмосферы и пробы, отобранные в различных частях города, имеют хорошую корреляцию.

Литература:

1. Генихович Е.Л. Основные направления доработки нормативного документа ОНД-86 по расчету рассеивания в атмосфере выбросов загрязняющих веществ. Инф. бюллетень №2(26) "Вопросы охраны атмосферы от загрязнения". НПК "Атмосфера" при ГГО им. А.И. Воейкова, СПб, 2002, с.13-24.

2. Шагидуллина Р.А., Тунакова Ю.А., Григорьева И.Г., Валиев В.С. Способ прогноза концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха/ В сборнике: Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов. Научный симпозиум шестого международного экологического конгресса (восьмой Международной научно-технической конференции). 2017. С. 180-183.

3. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов/ Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 19. С. 71-74.

4. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмакова Ю.А. Распознавание групп неблагоприятных метеорологических условий формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 3//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 119-121.

5. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Шмаков Ю.А. Определение времени формирования высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах действия полимерных производств (на примере г. Нижнекамска). Сообщение 2//Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 16. С. 115-118.

6. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Новикова С.В., Валиев В.С. Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих

веществ в различных средах/Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 7 (163). С. 26-29.

7. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия. // Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

УДК 544.773

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАГНИТНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

Газизова А.Ф., обучающийся

Мингазетдинов И.Х., кандидат технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева-КАИ

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: рассмотрена теоретическая модель, описывающая поведение сложной системы, включающей эмульсии нефти в воде и примеси магнитных наночастиц в неоднородном магнитном поле

Ключевые слова: очистка, сточные воды, эмульсия, магнитные наночастицы, магнитное поле, намагниченность

THEORETICAL MODEL OF WASTEWATER TREATMENT MAGNETIC NANOPARTICLES

Gazizova A.F., student

Mingazetdinov I.Kh., candidate of technical sciences, associate Professor,

Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: a theoretical model describing the behavior of a complex system including oil emulsions in water and admixtures of magnetic nanoparticles in an inhomogeneous magnetic field is considered

Keywords: purification, waste water, emulsion, magnetic nanoparticles, magnetic field, magnetization

Водные ресурсы прежде всего загрязняют нефтесодержащие продукты, в частности, сама нефть. Она образует на поверхности некую пленку, органические углеводородные соединения которой не дают нормальное протекание газообмена. Вода становится непригодной даже для технических потребностей из-за токсичных соединений, появляющихся в результате гниения осадков, загрязненных органическими отходами.

Чтобы выйти из сложившейся ситуации нужно немедленно повысить ка-

чество очистки стоков от вредных нефтесодержащих продуктов. В зависимости от типов загрязнителей используют различные технологии и методы очистки.

Существует три самых основных метода для очистки сточных вод: процеживание, отстаивание и фильтрование. Первой метод основан на том, что сточные воды пропускают сквозь решетки из стали, после чего извлекают крупные нерастворимые примеси. Метод отстаивания основан на гравитационном разделении твердых частиц механических примесей, капель нефти и воды. Метод фильтрования основан на прохождении воды с большим содержанием примесей через гидрофобный фильтрующий слой, который свободно пропускает воду, и не пропускает капельки нефти и частицы механических примесей.

Использование магнитных свойств материалов находит применение в практике очистки промышленных сточных вод от взвешенных веществ, причем, реализуемых для удаления немагнитных загрязнителей, таких как минеральные компоненты, частицы абразивных зерен и цветных металлов, керамическая связка. Для реализации этого разработан флокулянт.

Разработан высокодисперсный феррамагнитный флокулянт на основе сульфатов железа Fe(I) и Fe(II) в водном растворе с добавлением гидроксида аммония и олеата натрия, при этом компоненты взяты в следующем составе:

- сульфат железа Fe(II)*FeSO₄ (3-3,5)
- сульфат железа Fe(III)-Fe₂(SO₄)₃ (6-6,5)
- гидроксид аммония NH₄OH (18-22)
- олеат натрия C₁₈H₃₃O₂₂Na (1,2-1,7)
- вода H₂O

Защелчение раствора проводят до достижения pH=7,5;8,5

Реализацию очистки с использованием разработанного флокулянта осуществляется в аппарате, представляющем собой бак, в который поступает очищаемая вода, содержащая флокулянт (0,1-1%). Внутри бака находится фильтровальный сетчатый барабан с возможностью вращения от внешнего привода.

Внутри барабана расположен неподвижный каркас, а вдоль образующих цилиндра закреплены постоянные магниты. Расположение магнитов по образующей имеет зону, свободную от постоянных магнитов, в верхней части барабана, и этот сектор составляет 30-60%.

В этой зоне, свободной от магнитов установлен ножевой скребок, который связан с бункером сбора шлама. Кроме ножевого скребка внутри барабана имеются форсунки подачи промывной воды, расположенные после ножевого скребка, в зоне, свободной от постоянных магнитов.

Таким образом, используя разработанный магнитный флокулянт и устройство с фильтровальным барабаном, можно осуществлять очистку загрязненных сточных вод в разных производственных процессах: металлообработка, гальванические процессы, строительной индустрии.

Литература:

1. Ланина Т.Д., Литвиненко В.И., Варфоломеев Б.Г. Процессы переработ-

ки пластовых вод месторождений углеводородов: монография. Ухта: УГТУ, 2006. 172 с.

2. Баткин И.С., Смирнов Ю.Г. Моделирование экстракции радиоактивных изотопов с использованием гетерогенной смеси магнитных частиц // Системы управления и информационные технологии. 2009. №3.2(37). С. 214–217.

3. «Способ очистки жидкостей от взвешенных частиц и устройство очистки жидкостей от взвешенных частиц». Патент на изобретение №2376248. Бюл.№35 от 20.12.2009г./Мингазетдинов И.Х., Глебов А.Н., Чеклаухова Е.П., Тахаутдинова А.Р.

УДК 504.4.054

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ОЗЕР РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Галияхметова Л.К., н.с.;

Шурмина Н.В., н.с.;

Богданова О.А., н.с.;

Шакирова И.И., м.н.с.;

Иванов Д.В., к.б.н, зам. директора по научной работе;

Зиганшин И.И., к.г.н., с.н.с.

Институт проблем экологии и недропользования

Академии наук Республики Татарстан

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В работе приведена оценка качества вод особо охраняемых озер Республики Татарстан. По результатам исследований выявлены приоритетные загрязняющие вещества и основные причины их поступлений в водоемы.

Ключевые слова: особо охраняемые озера, индекс загрязненности, антропогенное воздействие.

ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY OF SPECIALLY PROTECTED LAKES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN BY HYDROCHEMICAL INDICATORS

Galiahmetova L.K., researcher;

Shurmina N., researcher;

Bogdanova O.A., researcher;

Shakirova I.I., junior researcher;

Ivanov D.V., Ph.D. in Biology, Deputy Director;

Ziganshin I.I., Ph.D. in Geography, senior researcher

Annotation: The paper provides an assessment of the water quality of specially protected lakes in the Republic of Tatarstan. The main polluting substances and their origin are revealed.

Keyword: protected lake, the pollution index, anthropogenic impact.

В современный период остается все меньше озер, особенно малых, с ненарушенной экосистемой, так как хозяйственная деятельность охватила не только водосборные бассейны, но и сами озера (искусственное изменение уровня воды, сброс бытовых и промышленных стоков, добыча сапропелей и грунта, рекреация, энергетика, рыбозаводство и т.д.). Антропогенное воздействие вносит существенные изменения, прежде всего, в абиотические элементы озерной экосистемы (морфометрические характеристики, гидрологический и гидрохимический режимы озера), определяющие условия жизнедеятельности гидробионтов. Исследование гидрохимического состояния озер необходимо для своевременного выявления высоких уровней загрязнения, оценки и прогнозирования развития ситуации в дальнейшем. Интенсивно деградируют под воздействием антропогенного влияния и озера, включенные в «Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан». Из них 37 озерам, как наиболее ценным в природоохранном, научном, культурном, эстетическом, рекреационном и оздоровительном отношении, присвоен статус памятников природы регионального значения. Описанные негативные тенденции в полной мере относятся и к данной категории озер, экосистемы которых, по своему природоохранному режиму, должны сохраняться в неизменном состоянии. Вместе с тем, акватории и прибрежные зоны озер – особо охраняемых природных территорий (ООПТ) активно используются в качестве мест неорганизованного отдыха населения, забора воды для питьевых и хозяйственных целей, размещения объектов жилой и промышленной застройки, летних лагерей крупного рогатого скота и сельскохозяйственной водоплавающей птицы. В зависимости от характера и интенсивности воздействия это отражается на качестве воды озер.

Материалом для настоящей работы послужили данные гидрохимических исследований 37 охраняемых озер, расположенных на территории РТ. Более 30 % озер – памятников природы расположено в непосредственной близости к столице РТ г. Казани, а наибольшее их количество приходится на Лаишевский муниципальный район. Пробы воды отбирались в летнюю межень 2019 г. и анализировались по 43 показателям качества. Аналитическое определение гидрохимического состояния озер проводилось по аттестованным методикам. В работе также использовались фондовые материалы обследования озер РТ из архива Института проблем экологии и недропользования АН РТ за 2001 г.

Территория РТ расположена в широтной зоне преобладания гидрокарбонатно-кальциевых гидрохимических фаций озер лесного пояса северного полушария и характеризуется широким развитием других гидрохимических фаций озерных вод, обусловленных значительной ролью автономных факторов. Вода озер всех физико-географических зон РТ характеризуется резким преобладанием гидрокарбонатов над другими компонентами солевого состава. Для озер всех районов, включая Предволжье, Закамье, Предкамье характерен гид-

рокарбонатно-магниево-кальциевый тип воды.

Отличительной особенностью вод охраняемых озер РТ является то, что они имеют сравнительно невысокую минерализацию (в среднем 130 мг/л). Высокие значения минерализации одного из наиболее глубоких карстовых озер - Акташского провала (600 мг/л), обусловлена его подземным питанием из водоносных горизонтов Татарского яруса перми. Следует отметить относительно более низкую минерализацию озер Предкамья РТ по сравнению с озерами Предволжья и Закамья. Величина жесткости озерных вод варьирует от 0.3 до 8.0 °Ж.

При сравнении величины реакции среды озерных вод с данными наблюдений за 2001 г. было установлено, что она существенно изменилась: если раньше на большинстве охраняемых озер республики в аналогичный гидрологический период года (летняя межень) отмечались пониженные значения рН (от 6.0 до 7.0), то сейчас их воды могут быть охарактеризованы как слабощелочные (от 8.0 до 8.3). К нейтральным относятся воды озер, расположенных в пределах Лаишевского района: Гнездовой колонии озерной чайки, Моховое, Лесное (6.7), Зеленодольского – Провальное (7.3), Спасского – Чистое и Верхнеуслонского - Озеро (7.3).

Кислородный режим практически для всех озер РТ в норме, кроме озер в Лаишевском районе - Заячье, Чистое и Свежее, в Алексеевском – озеро Провал, в Кайбицком – озеро Большое. Возможно, это связано с содержанием в воде некоторых химических веществ, потребляющие кислород для своего окисления, которые поступают в озера в результате антропогенного воздействия.

Для оценки качества воды водоемов мы использовали индекс загрязненности вод ИЗВ₆. По полученным результатам следует, что индекс загрязненности изменялся от 0.75 (2 класса) до 10.3 (7 класса). По уровню загрязнения самым высоким классом является оз. Лесное, Лаишевского района (ИЗВ=10.3), к 6 классу очень грязных вод в Предкамье вошли такие озера как Гнездовая колония озерной чайки (ИЗВ=9.7), Кара-Куль (ИЗВ=6), Моховое (ИЗВ=8.4), в Закамье – оз. Безымянное (ИЗВ=8.6) и в Предволжье – оз. Лесное (ИЗВ=7,8). Основной вклад в индексы загрязнения в исследуемых озерах вносят повышенные концентрации меди, свинца и железа, имеющие, вероятно, природное происхождение, а также фенолы и БПК, относящиеся к веществам антропогенных источников.

Попадание фенолов в природные воды оказывает неблагоприятное воздействие на гидрохимический режим водного объекта - уменьшается содержание кислорода, увеличивается цветность, перманганатная окисляемость; в результате химической и биохимической деструкции фенолов могут образоваться соединения более токсичные, чем сами фенолы. Практически во всех озерах содержание фенолов превышает ПДК от 2 до 45. Высокое значение 45 ПДК было установлено в озеро Моховое, Лаишевского района.

Величина БПК₅ в поверхностных водах используется для оценки содержания биохимически окисляемых органических веществ и в качестве интегрального показателя загрязненности воды. По результатам анализа к категории очень грязных вод по степени загрязнения относится озеро Безымянное, Спасского

района (15.4 мгО₂/л). В предкамской части республики к категории грязных вод вошли озера Гнездовой колонии чайки (9.5 мгО₂/л), Столбище (9.0 мгО₂/л), Черное – Зеленодольского района (9.0 мгО₂/л), Чистое (9.2 мгО₂/л), в Закамье – озеро Чистое (8.5 мгО₂/л), в Предволжье – оз. Карамольское (6.4 мгО₂/л).

Особую опасность для водоемов представляют металлы. Они относятся к классу консервативных загрязняющих веществ, которые не разлагаются в природных водах, а только изменяют форму своего существования, сохраняются в ней длительное время даже после устранения источника загрязнения.

В результате обработки полученных данных с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии отмечено, что для озер характерно повышенное содержание ионов металлов. Выявлено, что во всех точках отбора концентрации растворенных форм железа, меди и свинца превышают предельно-допустимые. Концентрация общего железа в озерах варьирует в широких пределах от 0.1 до 0.7 мг/л. Повышенное содержание ионов железа связано с региональными особенностями поверхностных вод, так как особое значение для формирования химического состава поверхностных вод имеет повсеместная заболоченность. Атмосферные осадки, прежде чем попасть в зону насыщения водоносной системы, проходят через торфяной слой, «переживая» болотный этап формирования химического состава. Болотные воды характеризуются большим количеством органического вещества, высокой кислотностью и окисляемостью. Следует отметить, что помимо природного фактора, антропогенное воздействие тоже вносит свой вклад в состояние природных вод. Сравнивая два года – 2001 и 2019 гг., выявлены различия в концентрациях ионов общего железа. В предкамье содержание общего железа в 2019 г. увеличилось в два раза, в предволжье – в четыре раза по сравнению с результатами озер, проведенными в 2001 г.

Таким образом, проведенный нами сравнительный анализ вод особо охраняемых озер за 2001 и 2019 гг. показал, что для большей части особо охраняемых озер имело место выраженная тенденция к увеличению загрязняющих веществ по ряду показателей. Антропогенная составляющая зависит от поступления загрязняющих веществ с хозяйственно-бытовыми водами с населенных пунктов. Полученные данные носят предварительный характер, т.к. для полной оценки качества вод озер требуется комплексное обследование воды и разработка научно-технических мероприятий для охраны и рационального использования водных объектов, особенно охраняемых.

УДК 504.064

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ГЕОДАНЫХ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ В МЕСТНУЮ СИСТЕМУ КООРДИНАТ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИВЯЗКИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Ибрагимова А.А., младший научный сотрудник;
Шагидуллин А.Р., старший научный сотрудник;
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В статье представлен один из вариантов преобразования координат топографических объектов из системы координат WGS84 в местную систему координат Республики Татарстан с использованием программных продуктов MapInfo. Описан метод для оценки точности представления объектов, которые получены с помощью параметров преобразования местных систем координат.

Ключевые слова: геоинформационные системы, система координат, местные системы координат, мск-16, параметры проекции.

THE USE OF OPEN GEODATS AND CONVERSION OF COORDINATES INTO A LOCAL COORDINATE SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN TO PROVIDE BINDING OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION SOURCES

Ibragimova A.A., junior researcher;
Shagidullin A.R., senior researcher;
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article presents one of the options for converting the coordinates of topographic objects from the WGS84 coordinate system to the local coordinate system of the Republic of Tatarstan using MapInfo software products. A method is described for assessing the accuracy of the representation of objects that are obtained using the transformation parameters of local coordinate systems.

Keywords: geographic information systems, coordinate system, local coordinate systems, MSK-16, projection parameters.

Геоинформационная система есть представление поверхности Земли и методы нахождения местоположения на ней. Одно из основных понятий ГИС – это системы координат, которые определяют расположение объектов на земной поверхности. Существует две категории систем координат: географические (где угловые величины, широта и долгота, устанавливают расположение точки на земном шаре) и спроецированные (где единицы измерения линейные и

координаты могут отображаться в метрах, футах, километрах и т.д.).

Основная система координат, которую используют государственные учреждения, - это пространственная местная система координат (МСК). Под местной системой координат подразумевается относительная система координат, устанавливаемая в отношении ограниченной территории, не превышающей территорию субъекта Российской Федерации. Начало отсчета координат и ориентировка осей координат в ней смещены по отношению к единой государственной системе координат.

Местные системы координат используются для проведения геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, ведении кадастров и осуществлении иных специальных работ. Непременным условием при установлении местных систем координат является обеспечение возможности перехода от местной системы координат к государственной системе координат, которая осуществляется с использованием параметров перехода (ключей) [1].

Единство подходов к выбору систем координат, используемых для того или иного вида работ, является необходимым условием для обеспечения удобства дальнейшей консолидации, обработки и использования банков данных координат объектов.

Согласно письму Минприроды РФ от 16 сентября 2016 г. № 12-50/7690-ОГ «Об определении местоположения стационарных источников выбросов» для определения местоположения стационарных источников при проведении расчетов загрязнения атмосферного воздуха рекомендуется использовать МСК.

При этом, как показывает практика работ по созданию и актуализации сводных баз данных параметров выбросов, разработчики экологической документации, зачастую, продолжают использовать локальные (выбранные по собственному усмотрению) системы координат при проведении инвентаризации выбросов.

МСК может создаваться с одной или несколькими градусными зонами. Параметры местных систем координат и ключи перехода к государственной системе координат (формулы и правила, по которым координаты точек в одной системе можно получить в другой системе) устанавливает Росреестр по согласованию с Минобороны РФ. Так, в Республике Татарстан применяется местная система координат МСК-16 [2].

МСК-16 разбита на три трехградусные зоны.

Распределение районов по зонам следующее:

Алексеевский (16:05), Алькеевский (16:06), Апастовский (16:08), Арский (16:09), Атнинский (16:10), Балтасинский (16:12), Буинский (16:14), Верхне-услонский (16:15), Высокогорский (16:16), Дрожжановский (16:17), Зеленодольский (16:20), Кайбицкий (16:21), Камско-Устьинский (16:22), Лаишевский (16:24), Пестречинский (16:33), Рыбно-Слободский (16:34), Спасский (16:37), Тетюшский (16:38), Тюлячинский (16:40), Зеленодольский городской (16:49), Казанский (16:50) — зона 1;

Агрызский (16:01), Азнакаевский (16:02), Аксубаевский (16:03), Альметьевский (16:07), Бавлинский (16:11), Бугульминский (16:13), Елабужский (16:18), Заинский (16:19), Кукморский (16:23), Лениногорский (16:25), Мамадышский (16:26), Менделеевский (16:27), Мензелинский (16:28), Муслюмовский (16:29), Нижнекамский (16:30), Новошешминский (16:31), Нурлатский (16:32), Сабинский (16:35), Сармановский (16:36), Тукаевский (16:39), Черемшанский (16:41), Чистопольский (16:42), Ютазинский (16:43), Азнакаевский городской (16:44), Альметьевский городской (16:45), Бугульминский городской (16:46), Елабужский городской (16:47), Заинский городской (16:48), Лениногорский городской (16:51), Набережно-Челнинский городской (16:52), Нижнекамский городской (16:53), Чистопольский городской (16:54), Бавлинский городской (16:55), Нурлатский городской (16:56) — зона 2;
Актанышский (16:04) — зона 3.

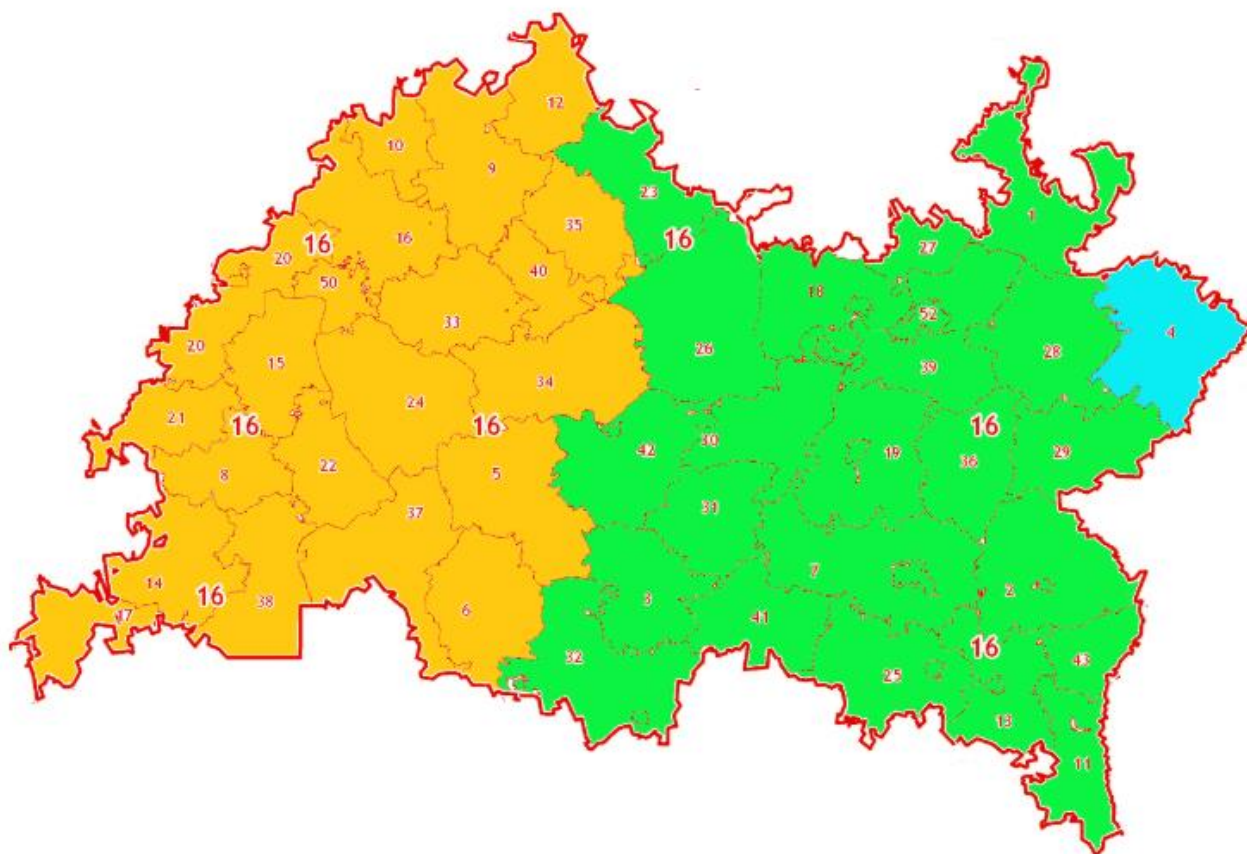


Рис. 1. Распределение зон МСК-16

В ГИС MapInfo применяются параметры по ГОСТ 51794-2008[3]. Подключить параметры МСК-16 можно через включение их в файле «MAPINFO.PRJ» и с последующим их установлением при создании карты. Параметры следующие:

«МСК-16 зона 1», 8, 1001, 7, 49.033333333333, 0, 1, 1300000, -5709414.70
«МСК-16 зона 2», 8, 1001, 7, 52.033333333333, 0, 1, 2300000, -5709414.70
«МСК-16 зона 3», 8, 1001, 7, 55.033333333333, 0, 1, 3300000, -5709414.70.

Все современные модели спутниковых геодезических приемников и программное обеспечение для постобработки данных могут обеспечить координаты определяемых точек в системе координат WGS-84. Для отображения координат местоположения в плоской прямоугольной системе координат используются так называемые ключи (параметры) перехода. Если эти параметры имеют конкретное числовое представление (например, параметры проекции, используемой для преобразования координат в требуемую СК), то их можно внести в программу постобработки. Ход вычисления координат из одной системы в другую называют преобразованием или трансформацией координат, а параметры, по которым выполняется вычисления – параметры преобразования или параметры трансформации координат. После ввода значений параметров их можно сохранить в виде набора, присвоив ему наименование системы координат. Далее, выбрав систему координат с введенным набором параметров преобразования, программное обеспечение будет преобразовывать и отображать координаты в соответствующей системе координат.

Однако, часто возникает проблема, когда при преобразовании координат появляются ошибки, отклонения, смещения координат. Точность координат, вычисляемых с поддержкой спутниковых методов измерений, зависит от методики измерений, обработки данных измерений, а также от точности представления параметров преобразования координат. Параметры преобразования в государственную, местную или условную систему должны соответствовать территории, на которую они заданы, и гарантировать связь между исходной общеземной системой координат и плоской прямоугольной системой координат с достаточной точностью.

Если имеющиеся у вас параметры преобразования координат дают ошибку, то их необходимо проверить и уточнить. Самый простой способ проверки и уточнения имеющихся у вас параметров преобразования координат на плоскость это выполнение спутниковых измерений на известном опорном геодезическом пункте и определение разницы значений его координат между взятыми из каталога и вычисленными с помощью имеющихся у вас параметров. В данном случае смещение составило около 6,6 метров.



Рис. 2. Смещение объекта с координатами геодезического опорного пункта и полученных с помощью параметров преобразования.

Способ очень прост, но имеет ряд ограничений. Его рекомендуется использовать на расстоянии не более 1.5 км от опорного геодезического пункта, на котором были определены уточняющие поправки. Данный способ не позволяет учесть характер деформаций в МСК, обусловленный погрешностью взаимного положения опорных геодезических пунктов, закрепляющих МСК на местности. В качестве точек с известными координатами для определения параметров преобразования правильно будет использовать опорные геодезические пункты. Обязательным условием является получение координат этих пунктов в системе координат WGS-84.

Литература:

1. Герасимов А.П. Местные системы координат // Геопрофи. - 2009. - № 4. - С. 32–34.
2. Постановление Правительства РФ от 03.03.2007 N 139 (ред. от 27.08.2014) "Об утверждении Правил установления местных систем координат".
3. ГОСТ ГОСТ Р 51794-2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек: дата введения 2009-09-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51794-2008> (дата обращения: 10.09.2020). – Текст: электронный.

ДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Каримуллин Л.К., научный сотрудник;

Петров А.М., кандидат биологических наук, заведующий лабораторией;

Вершинин А.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: На протяжении 5 лет проводились работы по изучению ферментативной активности нефтезагрязненной светло-серой лесной почвы. В частности были определена динамика каталазной и уреазной активности почв во времени, исходно содержащих различные концентрации нефти. Установлены пики метаболической активности и моменты ингибирования физиологической активности почвенного микробоценоза.

Ключевые слова: нефть, почва, ферментативная активность, каталаза, уреазы.

DYNAMICS OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF OIL-CONTAMINATED LIGHT GRAY FOREST SOIL

Karimullin L. K., researcher associate;

Petrov A. M., candidate of biological sciences, head of the laboratory;

Vershinin A. A., candidate of biological sciences, senior researcher associate

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences (Kazan, Russian Federation)

Abstract: For 5 years, work was carried out to study the enzymatic activity of oil-contaminated light gray forest soil. In particular, the dynamics of catalase and urease activity of soils over time that initially contained different concentrations of oil were determined. The peaks of metabolic activity and the moments of inhibition of the physiological activity of soil microbiocenosis were established.

Keywords: oil, soil, enzymatic activity, catalase, urease.

Основными крупномасштабными и опасными загрязнителями окружающей среды являются нефть и нефтепродукты. На сегодняшний день существует проблема методов оценки загрязнения почв нефтепродуктами, проблема прогноза изменений свойств почв при их нефтяном загрязнении, а также проблема разработки экологически и экономически обоснованных мероприятий по рекультивации и восстановлению свойств нефтезагрязненных почв. Решение задач диагностики и рекультивации нефтезагрязненных земель невозможно без изучения изменения биологической активности почв под влиянием нефтяного загрязнения, без понимания основных принципов деструкции поллютантов, способности к их биodeградации почвенным микробным сообществом при различных остаточных концентрациях нефтяных загрязнений с учетом типа почв,

климата и ландшафта.

В качестве перспективного диагностического показателя загрязнения почв признаны ферменты классов оксидоредуктаз и гидролаз. Такие индикаторы активности почв адекватно отражают интенсивность деструкции нефтяных загрязнений, дают возможность оценки антропогенного влияния, позволяют объективно контролировать и прогнозировать активность процессов самоочищения и восстановления свойств нефтезагрязненных почв.

Целью настоящей работы являлось определение биохимической активности микробоценозов на разных сроках загрязнения почв нефтью, при различных концентрациях нефтепродуктов.

При проведении исследований, нами были использованы образцы светло-серой лесной (Л₁) среднесуглинистой почвы.

Отбор проб был выполнен в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89.

Подготовка проб к анализу осуществлялась в соответствии с ГОСТ 29269-91.

Опытные варианты с заданным содержанием поллютанта готовились путем искусственного загрязнения почвы весовым методом из расчета 5%, 10%, 15% и 20% начального содержания нефти в почвенных образцах. Контролем служила незагрязненная почва.

Продолжительность эксперимента составляла 5 лет, в ходе которого в контрольных и опытных вариантах замерялась каталазная и уреазная активности почв. Влажность почв поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости, температура составляла 19-24°C. Еженедельно осуществлялось рыхление почв. Уровень каталазной и уреазной активности почвы определяли согласно [1,2].

Каталазная активность контрольных образцов Л₁ почвы, на всем протяжении эксперимента, изменялась в диапазоне от 0,01 до 0,33 мгН₂О₂/г.

5%-ое содержание нефтепродуктов в почве приводило к увеличению скорости разложения пероксида водорода в 6,5-9,5 раз от результатов, полученных в контрольных (чистых) образцах. Повышение исходной концентрации нефти до 10% приводило к некоторому снижению каталазной активности. В среднем она составляла 0,9-1,1 мг Н₂О₂/г, что в 1,4 раза ниже, чем при 5% исходном содержании поллютанта. Более низкая активность в вариантах почв с 10% содержанием нефти вероятно связано с ответной реакцией микробоценоза исследуемой почвы на промежуточные метаболиты, образованные в ходе активной деградации нефтепродуктов в почве [3].

Варианты с 15% содержанием поллютанта в почве на 7, 30, 90, 270 и 365 сутки по каталазной активности были схожи с вариантами почв 5% концентрацией нефти. Однако дальнейшее увеличение сроков инкубации до 730 и 1095 суток приводило к снижению активности каталазы до 0,28-0,29 мг Н₂О₂/г, что соответствовало значениям полученных в вариантах с 10% содержанием нефти.

Варианты с 20% исходным содержанием нефти на 7, 30 и 90 сутки исследований показывали каталазную активность в 3-6,5 раз превышающую значе-

ния, полученные на чистой почве. Увеличение срока инкубации нефтезагрязненной Л₁ почвы до 180, 270 и 365 суток стимулировало интенсивность распада пероксида водорода в 21-23 раза от значений полученных на вариантах образцов нативной Л₁ почвы. Дальнейшее увеличение сроков инкубации до 2–5 лет приводило к снижению активности каталазы до значений, полученных в контрольных вариантах почв.

Изменение уреазной активности чистых проб Л₁ почвы, на протяжении 3 лет эксперимента, варьировало в промежутке от 0,22 до 0,47 мкг N/г*час, на 4 и 5 год исследований гидролазная активность возросла до 0,7 и 1,5 мкг N/г*час соответственно.

Результаты исследований нефтезагрязненной Л₁ почвы на 7 сутки после ее загрязнения во всем диапазоне испытанных концентраций поллютанта показали небольшой (в 1,3 раза) рост уреазной активности относительно контроля.

Увеличение срока инкубации до 30 суток вызвало ответную реакцию микробоценоза, отразившуюся в повышении интенсивности процессов разложения мочевины в 8,1 раз от результатов чистой, не загрязненной, почвы. Активность в вариантах с 10, 15 и 20% содержанием нефтепродуктов оставались на отметке 3 мкг N/г*час, что в 6,4 раза выше, чем в контроле. Как отмечено рядом авторов, в нефтезагрязненных почвах наблюдается повышение активности ферментов, относящихся к классу гидролаз, вследствие увеличения содержания органического углерода, установления восстановительных условий, наличия парафиновых углеводородов [3-5].

Последующее увеличение сроков эксперимента до 90, 180, 270 и 365 суток во всех случаях приводило к равномерному примерно 1,5-кратному снижению уровня уреазной активности относительно зарегистрированного на предыдущей отсечке срока инкубации.

На 2–5 год эксперимента гидролазная активность всех нефтезагрязненных вариантов почв снизилась до 0,2-0,6 мкг N/г*час.

- На протяжении первых 3 лет при начальных концентрациях нефти 5, 10 и 15% светло-серая лесная почва характеризуется высокой каталазной активностью.
- В варианте с начальным содержанием нефти 20% повышенная активность каталазы фиксируется только в первые 365 суток инкубации, начиная со 2 года исследований в данном варианте наблюдается ингибирование ферментативной активности.
- Во всех опытных нефтезагрязненных вариантах наиболее высокая уреазная активность наблюдалась в промежутке между 30 и 365 сутками инкубации.

Литература:

1. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К., Игнатьев Ю.А. Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 8, Т.15. С. 207-211.

2. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005.- 252с.

3. Каримуллин Л.К., Петров А.М., Вершинин А.А. Фиторекультивация и физиологическая активность нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы / Российский журнал прикладной экологии – 2016. № 1. С. 13-17.

4. Кузнецова Т.В., Петров А.М., Князев И.В., Хабибуллин Р.Э. Состав микробных сообществ при различном содержании нефтепродуктов в серых лесных почвах //Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. №14. С. 165-168.

5. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. Уфа: Гилем, 2001.

УДК: 502; 504

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Кузнецова И.В., аспирант;

Тимофеева С.С., доктор технических наук, профессор;

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический
университет»

(г. Иркутск, Российская Федерация)

Аннотация: Градостроительная деятельность, в современной реалии должна основываться на формировании безопасной городской среды, и создании благоприятных экологических, экономических, социальных условий, непосредственно с учетом экологических нормативов, норм и правил строительной безопасности. Зачастую тенденции стихийной застройки городов становятся главным препятствием для обеспечения устойчивой экологической безопасности. В статье представлена сводная актуальная информация по экологическому состоянию окружающей среды урбанизированных территорий в Российской Федерации. Проанализированы нормативно-правовые документы в области обеспечения геоэкологической безопасности стратегического назначения. Представлена модель мониторинга состояния окружающей среды на урбанизированной территории, позволяющая отразить текущее и прогнозное состояние и качество основных компонентов окружающей среды. Сделаны выводы о необходимости оценки и учета потенциальных рисков при разработке мероприятий по минимизации рисков.

Ключевые слова: окружающая среда, геоэкологическая безопасность, урбанизированная территория.

GEOENVIRONMENTAL SAFETY OF URBAN AREAS: FEATURES OF FORMATION

Kuznetsova I.V., postgraduate;
Timofeeva S.S., doctor of technical sciences, professor;
«Irkutsk National Research Technical University»
(Irkutsk, Russian Federation)

Annotation: Urban planning activities, in modern reality, should be based on the formation of a safe urban environment, and the creation of favorable environmental, economic, social conditions, directly taking into account environmental standards, norms of construction safety. The tendencies of spontaneous urban development often become the main obstacle to ensuring sustainable environmental safety. The article presents a summary of relevant information on the ecological state of the environment of urbanized territories in the Russian Federation. Analyzed the regulatory documents in the field of strategic geoecological safety. A model for monitoring the state of the environment in an urbanized area is presented, which allows to reflect the current and forecast state and quality of the main components of the environment. Conclusions are made about the need to assess and take into account potential risks when developing measures to minimize risks.

Keywords: environment, geoenvironmental safety, urban area.

Текущее состояние геоэкологической безопасности урбанизированных территорий имеет важное стратегическое значение, так как оно касается непосредственно вопроса безопасности жизнедеятельности населения.

Состояние окружающей среды на территории России, где сконцентрировано большее количество населения, производственные мощности и наиболее эффективные сельскохозяйственные угодья (составляет порядка 15% территории), оценивается по экологическим параметрам как «неблагополучное».

В соответствии со Стратегией экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, на текущий момент сохраняются угрозы экологической безопасности, даже с учетом принимаемых мер по минимизации уровней воздействия на окружающую среду физических, химических, биологических и других факторов. В соответствии с открытыми статистическими данными, в городах, а также близ расположенных к ним территориях проживает 74% населения, которые постоянно подвержены негативному антропогенному воздействию. При этом, 17,1 млн. человек (17 % городского населения) проживают на территориях, уровень загрязнения атмосферного воздуха на которых оценивается как «высокий».

Порядка 40% населения регулярно используют воду, не соответствующую требованиям гигиенических нормативов, что как следствие увеличивается риск смертности (в среднем на 11 тыс. случаев ежегодно) и заболеваемости населения (в среднем на 3 млн. случаев ежегодно) [1].

Общая площадь находящихся в обороте загрязненных земель составляет

порядка 75 млн. гектаров. Площадь утративших свою хозяйственную ценность, нарушенных земель, или оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, составляет более 1 млн. гектаров. Процесс опустынивания, в той или иной мере, земель наблюдается в 27 субъектах Российской Федерации, на общей площади территории более 100 млн. гектаров. Более 30 млрд. тонн отходов производства и потребления накоплено в результате прошлой хозяйственной и/или иной деятельности. Ежегодно образуется около 4 млрд. тонн отходов производства и потребления, из которых 55 - 60 млн. тонн являются твердые коммунальные отходы. Около 15 тыс. санкционированных объектов размещения отходов занимают территорию суммарной площадью порядка 4 млн. гектаров, и площадь этой территории ежегодно увеличивается на 300 - 400 тыс. гектаров.

В части строительства объектов, в соответствии с Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений, разрабатываемая проектная документация на здания или сооружения, включая сооружения инженерной защиты, должна содержать пределы допустимых изменений параметров, которые характеризуют безопасность геологической среды и объектов в процессе строительства и эксплуатации. Также в проектной документации может быть предусмотрена необходимость проведения в процессе строительства и эксплуатации проектируемого здания или сооружения, в том числе мониторинга компонентов окружающей среды [2].

Также в части обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий особое внимание уделяется сейсмическим рискам. В соответствии с ведомственной целевой программой «Поддержка модернизации коммунальной и инженерной инфраструктуры субъектов Российской Федерации» на период до 2025 года поставлены конкретные цели по снижению сейсмических рисков, в том числе: снижение уровня уязвимости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения к воздействию разрушительных землетрясений к концу 2025 года на 89,5 процентов по отношению к уровню 2018 года [3].

Проведение комплексной оценки геоэкологической ситуации на конкретных урбанизированных территориях осуществляется на основе данных наблюдений, получаемых при постоянном мониторинге, который в ходит в полномочия различных государственных служб.

Цель работы – анализ современных моделей обеспечения геоэкологической безопасности урбанизированных территорий с учетом их особенностей.

Современная модель мониторинга состояния окружающей среды на урбанизированной территории выглядит как «нагрузка - состояние - отклик», что представлено на рисунке 1. Мониторинг с использованием данной модели позволяет объективно и достаточно полно отразить состояние и качество главных компонентов окружающей среды, на исследуемой территории, а также спрогнозировать тенденции изменения.

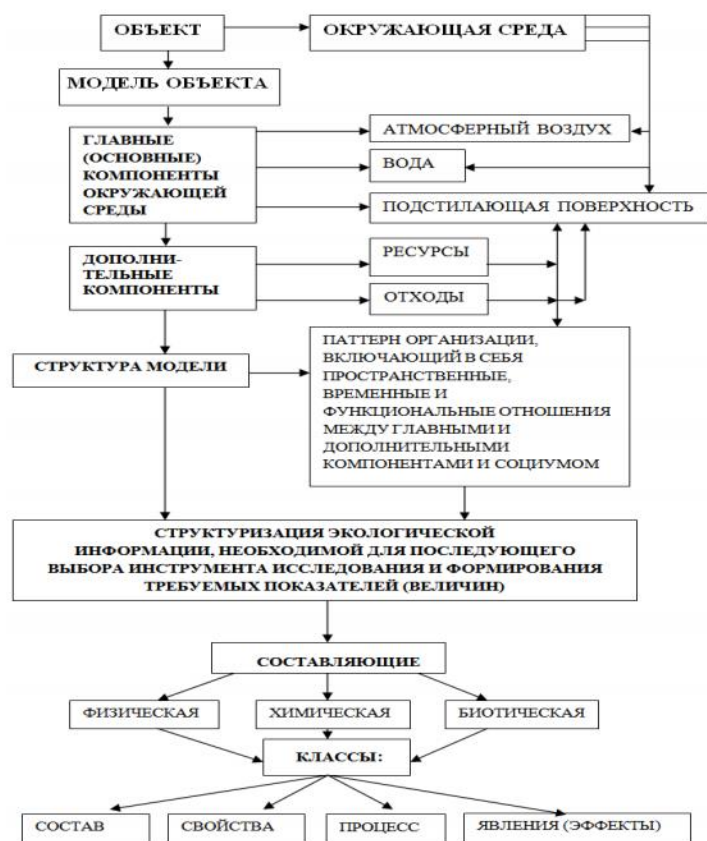


Рис. 1. Модель мониторинга состояния ОС

Основываясь на данной модели, возможно проведение постоянного трех-уровневого (наземный, авиационный, космический) мониторинга состояния параметров окружающей среды, так как в данной модели содержатся три основных компонента среды: атмосферный воздух, вода, почва.

Оценка степени геоэкологической безопасности урбанизированной территории базируется на изучение первоначально особенностей данной территории, в том числе геологического строения. Данный анализ позволяет определить наиболее вероятные опасности [4-5]. На основании проведенной оценки вероятности наступления тех или иных негативных событий, проводится разработка мероприятий по защите территории, а также оценки обеспечения геоэкологической безопасности после введения разработанных мероприятий. На рисунке 2 представлена структура системы обеспечения геоэкологической безопасности.



Рис. 2. Структура системы

Геозкологические опасности, формирующиеся в процессе урбанизации территорий, создают потенциальные риски для безопасности и устойчивого развития городов. Следовательно, очень важно оценивать реальные и потенциальные геозкологические риски, для выработки соответствующих решений и разработки мероприятий по минимизации рисков, с учетом положений в том числе Стратегии экологической безопасности РФ.

В контексте геозкологической безопасности урбанизированных территорий приоритетными в области обеспечения непосредственно экологической безопасности урбанизированных территорий должны стать: постоянная оценка и регулирование роста техногенного воздействия и нагрузки на окружающую среду. Учитывая вышеизложенное, при проведении оценки уровня безопасности урбанизированной территории, и выработке мер по их минимизации особенно важно учитывать прогнозируемые опасности, основываясь на данных моделирования и комплексного мониторинга.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»
2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
3. Ведомственная целевая программа «Поддержка модернизации коммунальной и инженерной инфраструктуры субъектов Российской Федерации (муниципальных образований)», утверждена приказом Минстроя России 09.09.2019 № 16-П/05.
4. Минакова Т.Б., Заиканов В.Г. Проблемы геозкологической безопасности урбанизированных территорий // Геозкология. 2018. № 3.
5. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка техноло-

гии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия. // Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

УДК 631.46

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ БИОМОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ПОЧВ

Кулагина В.И., кандидат биологических наук, зав.лаб.;
Сунгатуллина Л.М., старший научный сотрудник,
Андреева А.А., младший научный сотрудник,
Рязанов С.С., кандидат биологических наук, научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Исследована численность целлюлозоразрушающей микрофлоры на полях с системой no-till, полях с многолетней люцерной и фоновых участках. Установленные закономерности позволяют использовать численность данной трофической группы микроорганизмов как параметр эколого-биологической оценки почв.

Ключевые слова: почва; почвенные микроорганизмы; целлюлозоразрушающие микроорганизмы; органическое земледелие; эколого-биологическая оценка.

SOIL BIOMONITORING AND ASSESSMENT ON THE BASIS OF CELLULOSE-DESTROYING MICROORGANISMS POPULATION

Kulagina V.I., candidate of biological Sciences, Head of Laboratory;
Sungatullina L.M., Senior Researcher;
Andreeva A.A., Junior Researcher
Ryazanov S.S., Researcher
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan
Academy of Sciences, (Kazan, Russia)

Annotation: The number of cellulose-destroying microflora in fields with no-till system, fields with perennial alfalfa and background plots was investigated. The established patterns make it possible to use the population of a given trophic group of microorganisms as a parameter of ecological and biological assessment of soils.

Keyword: soil; soil microorganisms; cellulose-destroying microorganisms; organic farming; ecological and biological assessment.

Экологический мониторинг состояния почв сложен и подразумевает отслеживание большого количества физических, химических и биологических параметров. Почва – гетерогенный и поликомпонентный объект, в котором под антропогенным воздействием могут изменяться десятки показателей. Преиму-

ществом биомониторинга почв является то, что живые организмы способны отреагировать на целый комплекс изменений, тем самым являясь индикатором экологического благополучия или неблагополучия почвенной системы. Для биомониторинга почв был предложен интегральный показатель эколого-биологического состояния почв (ИПЭБСП) [1].

С помощью интегрального показателя уже оценивали степень загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами, состояние городских почв, степень подтопления, отличия различных типов почв и др.

В 2020 г. вступил в силу Федеральный закон "Об органической продукции...", в котором говорится, что в органическом сельском хозяйстве должны использоваться методы и технологии, направленные на «сохранение и восстановление плодородия почв».

В связи с этим желательно выявить биологические (в том числе микробиологические) параметры, которые являлись бы наиболее показательными для выявления соблюдения правил органического земледелия, правильности выбора технологий ведения такого земледелия и положительного воздействия их на почву.

Для объективной оценки биологического здоровья почвы и степени ее изменений под антропогенным воздействием необходимо использовать наиболее показательные биологические параметры.

Целью данной работы было оценить возможность использования численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов как одного из параметров для расчета интегрального показателя эколого-биологического состояния почв при сравнении органического земледелия с другими формами землепользования.

Материалами исследования послужили образцы дерново-подзолистых и серых лесных почв Рыбнослободского района РТ, отобранные в 2020 г. на следующих участках: 1) – фоновый участок 1 с естественной луговой растительностью на серой лесной почве; 2) – поле с люцерной 8-летней на серой лесной почве; 3) – поле с пшеницей на серой лесной почве с системой по-till, 4) – фоновый участок 2 с естественной луговой растительностью на дерново-подзолистой почве, 5) – люцерна 3-летняя на дерново-подзолистой почве, 6) – поле с рапсом на дерново-подзолистой почве с системой по-till. Каждый смешанный образец составлялся из 20-40 точечных проб. Хозяйство находится в конверсионном периоде для перехода к органическому земледелию, практикует систему по-till, призванную предотвратить эрозию почвы.

Определение численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов производилось с помощью посева на агаризованную среду Гетчинсона. Исследования проводились в трехкратной повторности.

Проведенные исследования показали, что максимальная средняя численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов наблюдается на полях с люцерной, причем это справедливо и для серой лесной, и для дерново-подзолистой почвы (рис.1). Поля с пшеницей и рапсом по численности этой трофической группы микроорганизмов занимают промежуточное положение, а необрабатываемые залуженные участки, выбранные в качестве фоновых, и на

серой лесной, и на дерново-подзолистой почве отличаются минимальной численностью целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Минимальная численность целлюлозоразрушающей микрофлоры на фоновых участках, по-видимому, объясняется равновесным состоянием естественной экосистемы, стабильностью условий, а также сравнительно небольшим поступлением доступных форм азота, поскольку в исследованных естественных биогеоценозах доля бобовых трав в травостое была невелика или они вовсе отсутствовали, а удобрения не вносились.

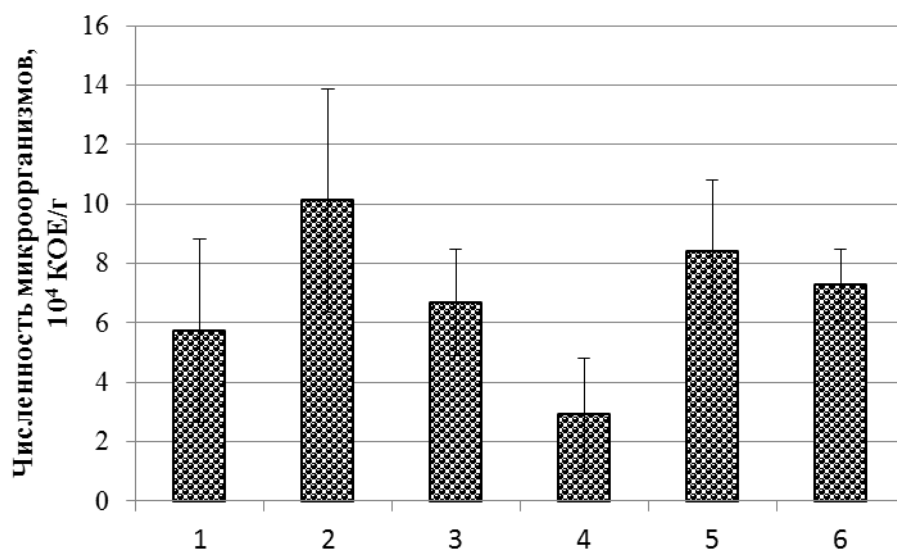


Рис.1. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов (среднее и стандартное отклонение) на полях и залуженных участках фермерских хозяйств Рыбнослободского района РТ близ с. Малый Атмас:

1 – фоновый участок, 2 – люцерна 8-летняя, 3 – пшеница, 4 – фоновый участок, 5 – люцерна 3-летняя, 6 – рапс.

Полученные результаты согласуются с полученными нами ранее данными для серых лесных почв фермерского хозяйства Мамадышского района РТ, где минимальная численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов также наблюдалась на целинном участке [3].

Отличие заключается в том, что если для почв Мамадышского района разница между фоновым участком и обрабатываемыми полями была достоверна (тест Данна при $p=0,05$), то в Рыбнослободском районе статистическая обработка показала значимую разницу между исследуемыми участками по численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов только для дерново-подзолистой почвы. Возможно, это связано с высокой вариабельностью результатов микробиологических исследований, на которую обращали внимание еще К.Ш. Казеев с соавторами [1]. Второй причиной может быть то, что поля с использованием системы no-till и минимумом или отсутствием удобрений не так сильно отличаются от целинных участков, как поля с традиционной системой земледелия (вспашка и внесение минеральных удобрений).

Сведения о численности целлюлозоразрушающей микрофлоры на полях с по-till противоречивы. По данным Л.Н. Кузнецовой наиболее высокая численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в период вегетации кукурузы наблюдалась именно на полях с по-till по сравнению с полями с традиционной обработкой [2]. Согласно другим данным численность целлюлозоразрушающей микрофлоры именно на полях с традиционным земледелием наиболее велика [3].

Высокая численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов на полях с многолетней люцерной, по-видимому, объясняется дополнительным поступлением доступных соединений азота, который поступает в почву благодаря клубеньковым бактериям, живущим на корнях люцерны.

Для активной деятельности целлюлозоразрушающих бактерий требуется определенное соотношение С/N. Посев бобовых растений и симбиотические клубеньковые бактерии способны обеспечить лучшее соотношение С/N для деятельности целлюлозоразрушающих бактерий. Это согласуется с данными О.В. Рябининой, которая отмечала большую активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов под бобовыми травами по сравнению с контрольным вариантом [4].

Таким образом, численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов может послужить индикатором поступления в почву органических остатков и доступных соединений азота, независимо от его источника. Численность целлюлозоразрушающей микрофлоры может быть использована как информативный параметр при расчете интегрального эколого-биологического показателя почв. При этом численность данной трофической группы на полях с по-till во время конверсионного периода к органическому земледелию имеет тенденцию к увеличению, но имеет статистически значимые отличия от фоновых участков только на дерново-подзолистых почвах.

Литература:

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2012. 260 с.
2. Кузнецова Л.Н. Целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов при «нулевой технологии» // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 7. С. 49-51.
3. Кулагина В.И., Сунгатуллина Л.М., Рязанов С.С. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов при оценке влияния органического земледелия на экологическую обстановку // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения /Сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 87-90.
4. Рябинина О.В. Оценка свойств серой лесной почвы под посевами многолетних трав // Вестник ИрГСХА. 2012. № 52. С. 21-28.

УДК 574.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА МИКОБИОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Пономарёва А.А., обучающийся;

Потапов К.О., ассистент, каф. общей экологии ИЭиП

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Железнодорожное полотно является уникальным местообитанием, формирующим особый тип сообщества и характеризующееся особенностями структуры видового состава, населяющих данный тип сообщества, организмов. В настоящий момент нет полноценных исследований видового состава базидиальных макромицетов, формирующегося в данном типе сообществ. Подобная информация может служить важной основой для экологического мониторинга железнодорожных путей, оценки влияния факторов и степени синантропизации видов грибов.

Ключевые слова: Железная дорога, микоценоз, антропогенное сообщество, базидиомицеты.

FORMATION OF THE MYCOBIOTA ON RAILWAY AND ADJACENT TERRITORY

Ponomaryova A.A., the student

Potapov K.O., assistant Department of General Ecology

Kazan (Volga region) Federal University

(Kazan, Russian Federation)

Annotation: The railway is a unique habitat that forms a special type of community and is characterized by the peculiarities of the structure of the species composition of organisms. At the moment, there are no full-fledged studies of the species composition of basidial macromycetes forming in this type of communities. Such information can serve as an important basis for environmental monitoring of railway tracks, assessment of the influence of factors and the degree of synanthropization of fungal species.

Keyword: railway, mycobiota, anthropogenic community, basidiomycetes.

В отличие от флоры и фауны, обитающей на железнодорожных путях и прилегающей территории, микобиота, представленная базидиальными грибами, изучена слабо. В отношении взаимосвязи железнодорожных объектов и видового состава грибов имеется ряд научных исследований, посвящённых, например, проблематике распространения грибов, находящихся в воздухе на железнодорожных станциях метрополитена, числу встречающихся грибных спор в воздухе железнодорожных вокзалов, и сроку службы железнодорожных шпал [1,2,3].

Железные дороги являются специфическими природно-антропогенными местами обитания для грибов и многих видов растений, представляя собой особые коридоры экологической миграции, по которым они могут распространяться в несвойственные для них природные зоны.

В данном исследовании основной целью было выявление закономерности формирования микобиоты железнодорожных путей и прилегающей территории. В качестве методов исследования микобиоты была использована категория обилия видового состава (по шкале Гааса) и количественная мера доминирования видового состава (по индексу Симпсона). Также при идентификации видов макромицетов был проанализирован трофический состав и установлена экоморфологическая структура выявленной микобиоты.

Железнодорожные пути – это сложный комплекс линейных и инженерных сооружений, расположенных в полосе отвода, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеёй. Рельсовая колея образована из рельсов, шпал, креплений и других элементов, которые вместе составляют верхнее строение пути. Верхнее строение пути укладывают на земляное полотно, представляющее собой заранее подготовленную поверхность земли, которое в совокупности с искусственными сооружениями в местах пересечения железнодорожным путём рек, крупных ручьёв и оврагов образуют нижнее строение пути. Также земляное полотно включает в себя бровку, откос, контрбанкет и берму, где происходит боронение земли [4].

Исходным материалом для работы послужили сборы базидиальных грибов на территории Горьковской железной дороги городского лесопарка «Лебяжье» в г. Казани, которые осуществлялись осенью 2019 года. В ходе изучения микобиоты данной территории было выявлено 28 видов базидиальных макромицетов, относящихся к 8 порядкам, 17 семействам, 24 родам. Ведущим по числу видов является порядок *Agaricales* – 16 видов. К ведущим семействам относятся *Agaricaceae* и *Mycenaceae*, которые включают в себя по 5 видов. Наибольшее число видов содержат следующие роды: *Geastrum* – 3 вида, *Mycena* и *Tulostoma* – по 2 вида, остальной 21 род – по одному виду. Среди выявленных видов четыре оказались новыми для микобиоты Республики Татарстан, это *Melanoleuca friesii*, *Tulostoma hollosii*, *Cotylidia undulata*, *Rhizopogon roseolus*.

Перечень видов грибов, собранных на участке Горьковской железной дороги.

Порядок BOLETALES E. – J. Gilbert – БОЛЕТОВЫЕ

Сем. Suillaceae (Singer) Besl & Bresinsky – Маслёнковые

1. *Suillus luteus* (L.: Fr.) Roussel – Маслёнок жёлтый, поздний.

Сем. Rhizopogonaceae Gäum. & C.W. Dodge – Ризопогоновые

2. *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr. – Ризопогон краснеющий.

Порядок AGARICALES Underw. – АГАРИКОВЫЕ

Сем. Marasmiaceae Roze ex Kühner – Маразмиевые

3. *Marasmius wynnei* Berk et Broome – Маразмиус Уинна

Сем. Omphalotaceae Bresinsky – Негниючниковые

4. *Mycetinis scorodonius* (Fr.) A.W. Wilson & Desjardin – Чесночник обыкновенный.

Сем. Tricholomataceae R. Heim ex Pouzar – Рядовковые

5. *Cantharellula cyathiformis* (Bull.) Singer – Кантареллула бокаловидная, Говорушка бокаловидная.

6. *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.) P. Singer – ТрихоломOPSIS жёлто-красный, Рядовка жёлто-красная.

7. *Melanoleuca friesii* (Bres.) Bon – Меланолеука Фриза.

Сем. Mycenaceae Overeem – Миценовые

8. *Mycena flavoalba* (Fr.) Quel. – Мицена жёлто-белая.

9. *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm. – Мицена чистая.

10. *Panellus serotinus* (Pers.) Kühner – Вешенка осенняя.

11. *Tricholoma portentosum* (Fr.) Quel. – Рядовка серая.

Сем. Strophariaceae Singer et A. H. Sm. – Строфариевые

12. *Stropharia aeruginosa* (Curtis) Quel. – Строфария сине-зелёная.

Сем. Schizophyllaceae Quél. – Щелелистниковые (СХИЗОФИЛЛОВЫЕ)

13. *Schizophyllum commune* Fries – Щелелистник обыкновенный, Схизофиллум обыкновенный.

Сем. Agaricaceae Chevall. – Шампиньоновые

14. *Tulostoma fimbriatum* Fr. – Тулостома бахромчатая.

15. *Tulostoma hollosii* Moravec – Тулостома хорошенькая.

16. *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly. – Бокальчик гладкий.

17. *Cyathus olla* (Batsch) Pers. – Бокальчик Олла.

18. *Bovistella utrififormis* (Bull.) Demoulin & Rebriev

Порядок RUSSULALES Kreisel ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David. - РУССУЛОВЫЕ

Сем. Stereaceae Pilat. – Стереевые

19. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – Стереум жестковолосистый.

Сем. Cyphellaceae Lotsy – Цифелловые

20. *Chondrostereum purpureum* (Pers. : Fr.) Pouzar – Хондростереум пурпурный.

Порядок HYMENochaetales Oberw. – ГИМЕНОХЕТОВЫЕ

Сем. Hymenochaetaceae Imazeki & Toki – Гименохетовые

21. *Coltricia perennis* (L.) Murrill – Сухлянка двулетняя.

Порядок POLYPORALES Gaum. – ПОЛИПОРОВЫЕ

Сем. Ganodermataceae (Donk) Donk – Ганодермовые

22. *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. – Трутовик плоский.

Сем. Polyporaceae Corda – Полипоровые

23. *Trichaptum fusco-violaceum* (Ehrenb.) Ryvarden – Трихептум буро-фиолетовый.

Порядок CORTICIALES K. H. Larss. – КОРТИЦИЕВЫЕ

Сем. Punctulariaceae Donk – Пунктуляриевые

24. *Punctularia strigosozonata* (Schwein.) P. H. B. Talbot - Пунктулярия щетини-

сто-зональная.

Порядок GEASTRALES K. Hosaka & Castellano – ГЕАСТРАЛЬНЫЕ

Сем. Geastraceae Corda – Геастровые или Звездовиковые

25. *Geastrum minimum* Schwein. – Звездовик маленький.

26. *Geastrum fimbriatum* Fr. – Звездовик бахромчатый.

27. *Geastrum rufescens* Pers. – Звездовик рыжеватый.

Порядок HYMENOSCHAEETALES Oberw. – ГИМЕНОХЕТОВЫЕ

Сем Rickenellaceae Vizzini – Рикенелловые

28. *Cotylidia undulata* (Fr.) P. Karst. – Котилидия волнистая.

В процессе анализа состава микобиоты по трофическим группам было установлено, что распределение трофических групп закономерно в связи с условиями обитания и доступными в этих условиях субстратами. Количественной меры доминирования для железной дороги в целом составила 0,9, что говорит о неблагоприятных условиях обитания для большинства видов. Экоморфологическая структура видового состава микобиоты на исследуемой территории Горьковской железной дороги представлена преобладанием агарикоидного и гастероидного морфотипа, последняя группа свидетельствует о ксероморфных условиях обитания.

Результаты исследования микобиоты выделяемых нами участков (опушка, откос, обочина) железнодорожного пути является по отношению друг к другу уникальной, так как на них не найдено общих видов, за исключением одного (*Suillus luteus*), который встретился на опушке и откосе одновременно. Это свидетельствует о крайне неоднородных условиях обитания, которые формируются в результате создания железнодорожных путей, что с одной стороны увеличивает биоразнообразие грибов, с другой – создает условия для обитания видов, не свойственных данной территории.

Литература:

1. Djarwanto, Service Life of Railway Wood Sleepers in Indonesia [Текст] / Djarwanto, Sihati Suprapti, Sri Rulliaty // Wood Research. – 2015. – №1. – С. 1-7.
2. Patle K. D., Incidence of airborne fungal spores at raipur with special reference to railway Station [Текст] / K. D. Patle, S. K. Jadhav // International Journal of Science and Research. – 2014. – №6. – С. 1770-1776.
3. Tamami Kawasaki, Distribution and identification of airborne fungi in railway stations in Tokyo, Japan [Текст] / Tamami Kawasaki, Takashi Kyotani, Tomoyoshi Ushiogi, Yasuhiko Izumi, Hunjun Lee, Toshio Hayakawa // Occupational Health Psychology. – Tokyo: Environmental Biotechnology Laboratory, Railway Technical Research Institute, 2010. – №20299760. – С. 186-193.
4. Калинин, В.К. Общий курс железных дорог [Текст]: для проф.-техн. учеб. Заведений / Калинин В.К., Сологуб Н.К., Казаков А.А. – Москва: Высш. шк., 1973. – 392 с.

УДК 504.064.36

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВБЛИЗИ САНКЦИОНИРОВАННОЙ СВАЛКИ

Проничева К.А., обучающийся
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»
(г. Тюмень, Российская Федерация)

Аннотация: В статье приведены результаты измерений атмосферного воздуха вблизи санкционированной свалки и определен уровень загрязненности.

Ключевые слова: газы, отходы, загрязнение, атмосферный воздух, полигоны, санкционированная свалка.

ASSESSMENT OF THE ATMOSPHERIC AIR POLLUTION NEAR THE SANCTIONED DUMP

Pronicheva K.A., the student
Industrial University of Tyumen
(Tyumen, Russian Federation)

Annotation: The article presents the results of measurements of atmospheric air near the authorized landfill and the level of pollution is determined.

Keyword: gases, waste, pollution, atmospheric air, landfills, authorized landfill.

В России накопление отходов составляет порядка 35 млн т, и с каждым годом это число значительно увеличивается. Основную массу отходов вывозят из городов и населенных пунктов на свалки и полигоны, которые занимают площадь свыше 70 тыс га в нашей стране. В стационарном положении свалка не является источником загрязнения атмосферного воздуха. Но свалки нередко горят, выбрасывая в атмосферу ядовитый дым, а образующийся фильтрат ухудшает качество водных объектов. Продукты разложения отходов загрязняют окружающую среду, влияют на здоровье людей, но еще большую опасность их влияние может оказать на следующие поколения.

В случае, если не будет осуществляться своевременная рекультивация свалок, и произойдет ее возгорание, то ядовитый дым (при отсутствии ветра) может быть распространен ориентировочно на 50 м от тела свалки.

На участке изысканий была отобрана 1 проба атмосферного воздуха на 6 показателей: метан, азота диоксид, азота оксид, взвешенные вещества, серы диоксид, углерода оксид. Результаты количественного химического анализа атмосферного воздуха представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты количественного химического анализа атмосферного воздуха

Определяемые компоненты	Единицы измерения	Результат	ПДК, ОБУВ м.р. в воздухе населенных мест, мг/м ³ , класс опасности вещества
Метан (CH ₄)	мг/м ³	1,15	50,0; 4 кл.
(Азота диоксид NO ₂)	мг/м ³	0,026	0,20; 3 кл.
Азота оксид (NO)	мг/м ³	0,017	0,4; 3 кл.
(Серы диоксид SO ₂)	мг/м ³	менее 0,05	0,5; 3 кл.
(Углерода оксид CO)	мг/м ³	менее 2,40	0,5; 3 кл.
Взвешенные вещества	мг/м ³	менее 0,26	5,0; 4 кл.

Предельно допустимые концентрации (мг/м³) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест установлены в соответствии с [2], ОБУВ по [1].

Отбор проб воздуха произведен согласно [3].

Для целей интегральной оценки степени загрязнения атмосферы в России и других странах СНГ используется комплексный показатель — индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Расчет ИЗА основан на предположении, что при значениях на уровне ПДК все вредные вещества характеризуются одинаковым влиянием на человека, а при дальнейшем увеличении концентрации степень их вредности возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества.

Фактически используются два индекса загрязнения атмосферы — ИЗА по каждому веществу и комплексный ИЗА (КИЗА), учитывающий загрязнение атмосферного воздуха суммой веществ. Расчет комплексного ИЗА можно осуществить по формуле:

$$\text{КИЗА} = \sum \left\{ \frac{q_{\text{ср.}i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}} \right\} K_i,$$

где $q_{\text{ср.}i}$ — среднесуточная концентрация загрязняющего вещества; $\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}$ — его среднесуточная предельно допустимая концентрация; K_i — безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. В условиях одинаковой степени превышения уровня ПДК с учетом того, что степень выраженности биологических эффектов при воздействии веществ разных классов опасности различна, для оценки реальной степени опасности многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха необходимо использование коэффициентов кратности превышения ПДК веществ 3-го класса: 1,7, 1,3, 1,0, 0,9 соответственно для веществ 1, 2, 3, 4-го классов опасности.

После расчета КИЗА сравнивается с нормативами (таблица 2), после чего делаются соответствующие выводы и загрязненности атмосферного воздуха.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы для данного участка:

$$\text{КИЗА} = 0,19$$

**Оценка состояния атмосферы по комплексному индексу загрязнения
атмосферы (КИЗА)**

Оценка состояния атмосферы	КИЗА
Чистая атмосфера	<2,5
Слабо-загрязненная	2,5-7,5
Загрязненная	7,5-12,5
Сильно-загрязненная	12,5-22,5
Высоко-загрязненная	22,5-52,5
Экстренно-загрязненная	>52,5

Превышений уровня ПДК в пробах атмосферного воздуха не обнаружено. Проба атмосферного воздуха по суммарному показателю загрязнения КИЗА <2,5 может быть отнесена к чистому атмосферному воздуху.

Литература:

1. ГН 2.1.6.2309-07 – 2008. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: Гигиенические нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 134 с.

2. ГН 2.1.6.3492-17 – 2017. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений: Гигиенические нормативы, с изменениями, утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 31.05.2018 №37. -М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. - 55 с.

3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: Гигиенические нормативы, – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и министерство здравоохранения СССР, 1989. – 693 с.

УДК 504.064.2.001.18

ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Проничева К.А., обучающийся
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»
(г. Тюмень, Российская Федерация)

Аннотация: В статье приведены примеры формы нахождения нефтепродуктов в почве, дан метод определения площади загрязнения нефтью, а так же определение количества нефти для общей оценке экологического ущерба.

Ключевые слова: нефтепродукты, почвы, загрязнение, линза нефтепродуктов, экологический ущерб

FEATURES OF SOIL CONTAMINATION WITH OIL PRODUCTS

Pronicheva K.A., the student
Industrial University of Tyumen
(Tyumen, Russian Federation)

Annotation: The article provides examples of the form of finding petroleum products in the soil, gives a method for determining the area of oil pollution, as well as determining the amount of oil for a general assessment of environmental damage.

Keyword: oil products, soil, pollution, oil product lens, environmental damage.

Загрязнение компонентов окружающей среды углеводородами нефти и нефтепродуктов является экологической проблемой.

Особенность объектов, которые оказывают загрязняющий эффект на литосферу, заключается в высокой интенсивности воздействия на окружающую среду на протяжении последних десятилетий, в связи с чем жизненный цикл таких объектов предполагает необходимость в рекультивации земель после их эксплуатации.

Нефтепродукты, загрязняющие почвы, могут находиться в следующих формах:

- в пористой среде находятся в парообразном и жидком состоянии, в свободной, растворенной водной или водно-эмульсионной фазе;
- в пористой среде и трещинах находятся в неподвижном состоянии, выполняя роль вязкого или твердого «цемента» между частицами и агрегатами почвы, в сорбированном состоянии на частицах горной породы или почвы, в том числе – гумусовой составляющей почв (рисунок 1);
- в поверхностном слое почвы находятся в виде плотной органоминеральной массы [1].



Рис. 1. Частица глины с присоединившимися к ней частицами органического вещества почвы и пленкой воды

При попадании нефти, нефтепродуктов в почву происходят глубокие и зачастую необратимые изменения морфологических, физико-химических и биологических свойств, а иногда и существенная перестройка всего почвенного про-

филя, трансформация почвенных экосистем. Это приводит к потере загрязненными почвами плодородия и выведению территорий из определенных категорий землепользования, оказывая влияния на экономическую сферу страны.

Самым распространенным состоянием нефтепродуктов в почве является их скопление на поверхности с образованием линзы нефтепродуктов. Данная форма загрязнения является наиболее опасной, так как определяет дальнейшее развитие других форм накопления нефтепродуктов. Определение формы линзы, мощность нефтепродуктов в ней и их количество необходимо для определения величины площади загрязнения, чтобы принять соответствующие решения о дальнейших мерах по восстановлению территорий[2].

Для того, чтобы вычислить мощность нефтепродуктов в линзе, необходимо воспользоваться формулой 1:

$$m_H = \frac{m_{H(1)} + m_{H(2)} + m_{H(3)} + m_{H(n)}}{N}, \quad (1)$$

где $m_{H(1)}$, $m_{H(2)}$, $m_{H(3)}$, $m_{H(n)}$ – мощности нефтепродуктов в определенных точках, N – количество взятых точек на площади линзы.

Найти площадь загрязнения можно по формуле 2:

$$S = \frac{W_o}{m_n n}, \quad (2)$$

где W_o – общие объемы запасов нефтепродуктов в линзах, m_n – средняя мощность нефтепродуктов в линзе, n – пористость почв, насыщенных нефтепродуктами.

Количество нефти, впитавшейся в грунт, необходимо для характеристики загрязнения и общей оценке экологического ущерба, определяемое по формуле 3:

$$M_{вп} = K_n * p_o * V_{гр}, \quad (3)$$

где K_n – значение нефтеемкости почвы, определяемый по табл. 1, p_o – плотность нефти, $V_{гр}$ – объем нефтенасыщенного грунта.

Таблица 1

Значение нефтеемкости почвы

Грунт	Влажность, %			
	0	20	40	60
Гравий (диаметр частиц 2-20 мм)	0,30	0,24	0,18	0,12
Пески (диаметр частиц 0,05-2 мм)	0,30	0,24	0,18	0,12
Кварцевый песок	0,25	0,20	0,15	0,10
Супесь, суглинок (средний и тяжелый)	0,35	0,28	0,21	0,14
Суглинок легкий	0,47	0,38	0,28	0,18
Глинистый грунт	0,20	0,16	0,12	0,08

Литература:

1. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учеб. пособи / Д. Ю. Ступин. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 432 с.
2. Трофимов, С. Я. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы / С. Я. Тро-

фимов, Я. М. Аммосова, Д. С. Орлов, Н. Н. Осипова, Н. И. Суханова // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 30.

УДК 504.054

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Табаева Р.К., обучающийся

Строганов В.Ф., доктор химических наук, профессор

Амельченко М.О., кандидат технических наук, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В статье рассмотрены последствия выбросов и сбросов на ключевых промышленных предприятиях республики Татарстан. Установлены основные загрязнители окружающей среды и предложены возможные пути решения, позволяющие снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: республика Татарстан, промышленные предприятия, анализ, техногенные аварии, выбросы загрязняющих веществ

THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN BY INDUSTRIAL PLANTS

Tabaeva R.K., student

Stroganov V.F., doctor of Chemistry, Professor

Amelchenko M.O., candidate of technical sciences, senior lecturer

Kazan State University of Architecture and Engineering

(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article examines the consequences of emissions and discharges at key industrial enterprises of the Republic of Tatarstan. The main environmental pollutants have been identified and possible solutions have been proposed to reduce the anthropogenic load on the environment.

Keywords: the Republic of Tatarstan, industrial plants, analysis, technogenic accident, emissions of pollutants

Татарстан является одним из динамично развивающихся регионов России, успехи которого базируются на прочной основе экономической стабильности. Республика известна и узнаваема не только в России, но и за рубежом как центр нефтедобычи и нефтехимии, производитель всемирно известных грузовиков КАМАЗ и вертолетов под маркой Ми, а также является одним из лидеров Российского сельскохозяйственного производства.

Согласно статистики объем промышленного производства в Республике

Татарстан за январь-июнь 2020 года составил около 1255,124 млрд рублей, индекс промышленного производства – 98,9 % [1].

В свою очередь, промышленное производство, тесно связано с изменением экологического состояния окружающей среды, в частности активное развитие промышленности способствует ухудшению флоры, фауны на значительных территориях. В этой связи большинство экономически развитых стран, в том числе и в России, большое внимание уделяют обеспечению максимально возможной защиты окружающей среды от действия промышленных предприятий, являющихся основными крупными источниками загрязнения [2].

В республике Татарстан состояние окружающей среды региона ежегодно оценивается Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан и публикуется на их официальном интернет портале. В результате анализа размещенной информации установлено ухудшение атмосферного воздуха и поверхностных вод региона.

Так по данным [3] Управления Роспотребнадзора по Республике Татарстан, ведущими загрязнителями атмосферного воздуха, превышающими уровни предельно допустимой концентрации (ПДК) от 2 до 5 раз, в 2017-2019 годах на территории РТ являлись такие вещества, как дигидросульфид, аммиак, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, диметилбензол, углерод (сажа), фенол и его производные. Повышенное содержание загрязнителей в атмосферном воздухе способствует развитию неблагоприятных последствий для здоровья населения со стороны органов дыхания, глаз, кроветворных органов, крови, иммунной, сердечно-сосудистой, нервной, мочеполовой систем, системы пищеварения, процессов развития, а также онкопатологии.

Стоит отметить, что проводимые Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по РТ и Министерством экологии и природных ресурсов РТ проверки поверхностных вод РТ свидетельствуют о том, что содержание в сбросах тяжелых металлов магния, марганца, свинца, цинка превышает предельно допустимые концентрации более чем в 3 раза, а биологически вредных веществ, таких как нефтепродукты, аммоний ион, сульфаты, фосфаты, нитраты, нитриты, фосфор – более чем в 5 раз [3]. С чем же это связано?

Для ответа на вопрос следует рассмотреть нефтехимическую промышленность РТ, являющуюся одной из самых развитых в регионе. Обозначенная отрасль производства в РТ представлена такими предприятиями как: ПАО «Нижекамскнефтехим», ПАО «Казаньоргсинтез», ОАО «ТАИФ-НК», группа компаний «Татнефть», АО «Нэфис Косметикс», ОАО «Казанский завод синтетического каучука» и т.д.

Каждое предприятие ежедневно выпускает огромное количество продукции, одновременно осуществляя загрязнение окружающей среды. Так, согласно проекту нормативов ПДВ, разработанному ООО «ЭКОПРОМ ПЛЮС» в 2018 г., имеющему Экспертное заключение ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по РТ» № 26821 от 20.11.2018 г. и Санитарно-эпидемиологическое заключение Управления Роспотребнадзора по РТ № 16.11.11.000.Т.003116.12.18 от

07.12.2018 г., на основной производственной площадке ПАО «Казаньоргсинтез» действует 526 источников загрязнения атмосферы (в т.ч. 416 – организованных, 110 – неорганизованных), от которых выбрасывается 117 наименований загрязняющих веществ в количестве 15859,31 т/год (5894,42 г/с), из них:

- 1 класса опасности – 1,09 т/год;
- 2 класса опасности – 337,51 т/год;
- 3 класса опасности – 7164,32 т/год;
- 4 класса опасности – 7207,81 т/год;
- с неустановленным классом опасности – 1148,58 т/год.

Таким образом, в течение 2019г. в г. Казани [3] было зафиксировано 44 случаев превышения ПДК_{м.р.}, из них по оксиду углерода - 23 превышения, по диоксиду азота – 41 превышение, по сероводороду – 27 превышений, по фенолу – 1 превышение, по аммиаку – 51 превышение, по формальдегиду – 284 превышения, по ацетону – 2 превышения, по этилбензолу – 12 превышений, по хлорбензолу – 3 превышения.

В 2019-м году в Нижнекамске после отбора проб воздуха зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации этилбензола в 11 раз [4], что может быть связано с предприятиями, принадлежащими ПАО «Нижнекамскнефтехим» (НКНХ), занимающимися органической химией и синтезом. Помимо этилбензола, в городе также зафиксировано превышение ПДК сероводорода в три раза.

Так же стоит отметить, что в 2020-м году инспекторы Закамского территориального управления Министерства экологии и природных ресурсов РТ совместно с сотрудниками Управления МВД России выявили факт порчи земель нефтепродуктами. Нарушение зафиксировано в районе нефтебазы г. Нижнекамска на площади 27 кв.м.[5].

На предприятиях НКНХ не раз отмечались техногенные аварии. За последнее время безаварийным для «Нижнекамскнефтехима» был только 2014 год [6]. По две аварии зафиксировали в 2015, 2017 и в 2018, по одной — в 2016-м и 2019-м [6].

Причиной почему значительное количество загрязняющих веществ попадает в атмосферу в большинстве случаев является не соблюдение природоохранных мероприятий по снижению негативного воздействия, либо неудовлетворительное состояние систем очистки на предприятиях или же их полное отсутствие, что приводит к выводу, о необходимости их полной модернизации [7].

Таким образом, при осуществлении промышленной и хозяйственной деятельности, с целью снижения ее негативного воздействия на окружающую природную среду, решения требуют следующие природоохранные задачи:

- разработка, на основе детальной оценки возможных воздействий на окружающую среду, природоохранных мероприятий для каждого компонента окружающей природной среды и создание механизма для их осуществления;
- разработка мер быстрого реагирования на аварийные и другие нештатные ситуации;

- сведение до минимума экологического риска и последствий аварийных ситуаций.

При условии выполнения приведенных рекомендаций, промышленность РТ будет иметь быстрый и безопасный прогресс и уже через несколько лет проблема восстановления окружающей среды региона будет исчерпана.

Литература:

1. Промышленность. Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан. [Электронный ресурс] Код доступа : <https://mpt.tatarstan.ru/Promislennost>. Дата обращения : 05.09.2020

2. Экологические проблемы региона и пути их разрешения : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Омск, 15–16 мая 2018 г.) / Минобрнауки России, М-во образования Ом. обл., ОмГТУ, Ин-т дизайна и технологий ; [под общ. ред. Е. Ю. Тюменцевой]. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018.- 292.

3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2019 году». Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.[Электронный ресурс]. Код доступа: <https://eco.tatarstan.ru/gosdoklad-2019.htm>. Дата обращения: 05.09.2020

4. «В Нижнекамске с 8 по 9 сентября фиксировалось превышение по этилбензолу и сероводороду». Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.[Электронный ресурс] Код доступа : <https://eco.tatarstan.ru/index.htm/news/1557311.htm>. Дата обращения : 05.09.2020

5. «Экологи проводят анализ загрязненной почвы, обнаруженной в Нижнекамске». Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. [Электронный ресурс] Код доступа : <https://eco.tatarstan.ru/index.htm/news/1746851.htm>. Дата обращения : 05.09.2020

6. «Ростехнадзор назвал предварительные причины аварии на НКНХ». Inkazan.ru. [Электронный ресурс] Код доступа : <https://inkazan.ru/news/society/26-04-2019/rostehnadzor-nazval-predvaritelnye-prichiny-avarii-na-nknh>. Дата обращения : 05.09.2020

7. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Мухаметшина Е.С. Разработка технологии расчетного экологического мониторинга на территории интенсивного антропогенного воздействия. // Вестник Казанского технологического университета. 2014, № 16.- С. 136-137.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ЗОЛОТОДОБЫЧЕ

Тимофеева С.С., доктор технических наук, профессор

Тимофеев С.С., старший преподаватель

Дроздова И.В., аспирантка

ФГБОУ Иркутский национальный исследовательский технический
университет

(г. Иркутск, Российская Федерация)

Аннотация. Горные предприятия, специализирующиеся на добыче золота, оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды. Из объектов золотодобычи по интенсивности воздействия выделяются золотоизвлекательные фабрики (ЗИФ), которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха, воды, почв, энергетическим воздействием (шум, вибрация, тепло). В работе выполнена оценка экологических рисков ЗИФ методом суммирования уровней факторов риска. Установлено, что риск воздействия ЗИФ на окружающую среду по выбросам загрязняющих веществ является допустимым, требуется постоянный мониторинг.

Ключевые слова: золотодобыча, золотоизвлекательная фабрика, экологический риск

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL RISKS IN GOLD MINING

Timofeeva S.S., Doctor of Technical Sciences, professor

Timofeev S.S., Senior Lecturer

Drozдова I.V., Postgraduate student

«Irkutsk National Research Technical University»

(Irkutsk, Russian Federation)

Abstract: Gold mining operations have a significant impact on the environment. From the objects of gold mining in terms of the intensity of the impact, gold recovery factories (ZIF) stand out, which are sources of pollution of atmospheric air, water, soil, energy impact (noise, vibration, heat). The paper evaluates the environmental risks of the plant by summing the levels of risk factors. It has been established that the risk of the Mill's impact on the environment in terms of emissions of pollutants is acceptable, constant monitoring is required.

Keywords: gold mining, gold recovery plant, environmental risk

Одним из ведущих золотодобывающих регионов России является Бодайбинский район Иркутской области. Золотодобыча в Иркутской области возникла в середине XIX в., с началом разработки богатейших россыпей Восточно-Саянского, Предбайкальского и Лено-Витимского золотоносных районов. В настоящее время ресурсы Бодайбинского района оцениваются в три тысячи тонн золота. Кроме всемирно известного месторождения «Сухой Лог» есть еще

более мелкие рудные золотоносные месторождения, а также месторождения россыпного золота с прогнозными ресурсами более 300 тонн [1].

Горные предприятия, специализирующиеся на добыче золота, оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды. Из объектов золотодобычи по интенсивности воздействия выделяются золотоизвлекательные фабрики (ЗИФ), которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха, воды, почв, энергетическим воздействием (шум, вибрация, тепло).

Негативное воздействие на окружающую среду оценивается экологическим риском - вероятностью возникновения и масштабами распространения опасных экологических ситуаций [2].

Целью настоящей работы является оценка экологического риска ЗИФ, как составной части ГОКов.

Экологический риск золотоизвлекательных фабрик оценивали методом суммирования уровней факторов риска, определяемых отношением их количественных характеристик к некоторым удельным параметрам окружающей среды (биосферы), принимаемым в качестве базовых по формуле

$$R_z = 0,02(\alpha S_n + \beta S_z + \gamma M_0 + \delta V_v + \sigma A_0), \quad (1)$$

где S_n - площадь ландшафтных – повреждений на территориях, принадлежащих предприятию (места складирования сырья и материалов, места захоронения и складирования отходов, площади транспортных коммуникаций), га;

S_z - площади территорий, подверженных энергетическому загрязнению повышенными уровнями шума, инфразвука, электромагнитными и другими излучениями, исходящими от предприятия, экологичность которого оценивается, га;

V_v – среднемесячный сброс загрязненной воды, м³;

M_0 - среднемесячное количество неутилизованных отходов производства, т;

A_0 – среднемесячная масса вредных выбросов в атмосферу, т;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \sigma$ – коэффициенты корреляции, соответственно учитывающие глубину повреждения ландшафта, интенсивность энергетического загрязнения среды, классы опасности веществ, содержащихся в отходах, загрязненной воде, выбросах в атмосферу.

Значения экологического риска, определяемые по формуле 1, могут изменяться от 0 до 100 % и более.

Среднемесячное количество неутилизованных отходов производства определяется по материальному технологическому балансу, т:

$$M_0 = M_v - M_{г.п} - M_{п.п}, \quad (2)$$

где в расчете на месячную программу выпуска продукции:

M_v — количество исходного сырья, основных и вспомогательных материалов, введенных в производство, т;

$M_{г.п}$ — суммарная масса готовой продукции, т;

$M_{п.п}$ - масса побочных утилизируемых продуктов, т.

Среднемесячный сброс загрязненной воды, а также количество вредных выбросов в атмосферу определяли также по технологическим балансам производства или инструментальными замерами. Так называемые залповые сбросы тоже определяются расчетами или инструментально.

Корреляционные коэффициенты определяются по следующей схеме:

- $\alpha \leq 1$, если глубина повреждения ландшафта не превышает 1 м, а при большей глубине $\alpha = 1 + 0,1$ за каждый последующий метр глубины повреждения;

- $\beta \leq 1$, если энергетическое загрязнение среды не превышает предельно-допустимый уровень (ПДУ), а в случаях превышения $\beta = 1 + 0,1$ за каждый 1% превышения ПДУ;

- γ, δ, σ равны 2, если загрязняющие вещества относятся к первому классу опасности; 1,5 — ко второму; 1,0 — к третьему и 0,5 — к четвертому классу опасности.

Таким образом, экологический риск, рассчитанный методом суммирования уровней факторов риска по формуле (1), составит, %:

$$R_3 = 0,02 (1,1 \times 0,25 + 1 \times 0,1 + 20 \times 0,5 + 850 \times 0,5) = 9,5$$

Экологический риск 9,5% от работы ЗИФ характеризует предприятие как опасное.

Оценку значимости экологического риска по отдельным средам проводили матричным методом и установили, что риск воздействия ЗИФ на окружающую среду по выбросам загрязняющих веществ является допустимым. Требуется постоянный мониторинг.

Неканцерогенный риск для населения оценивали по коэффициенту опасности по формуле

$$HQ = \frac{C}{RfC} \quad (3)$$

где C - концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м³;

RfC - референтная (безопасная) концентрация.

В таблице 1 приведены основные загрязняющие вещества, выбрасываемые ЗИФ в атмосферный воздух, и их концентрация.

Таблица 1

Неканцерогенный риск при выбросах в атмосферный воздух

Загрязняющее вещество	мг/м ³	RfC мг/м ³	HQ	Критические органы и системы
Синильная кислота	0,00001	0,00002	0,5	ЦНС
Хлорная известь	0,000002	0,00015	0,0133	Глаза, слизистые и кожные покровы
Гидроксид натрия	0,000008	0,0001	0,08	Кожные покровы и слизистые оболочки
Формальдегид	0,00018	0,04	0,005	Почки, желудок, пищевод, легкие
Окислы азота	0,000015	0,00005	0,3	Слизистые оболочки носа и глаз, легкие
Оксид меди	0,000005	0,00005	0,1	ЦНС
Железо	0,00018	0,04	0,005	Почки, органы дыхания
Суммарный риск		HI-общий	1,00	

При индексе опасности равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как допустимый, с увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает. Только $HQ > 1,0$ рассматривается как свидетельство потенциального риска для здоровья.

Расчет коэффициентов опасности (HQ) по отдельным загрязняющим веществам, выбрасываемым в атмосферный воздух, показал, что наибольший вклад в суммарную величину индекса опасности (HI) вносят: синильная кислота (0,5) и оксид меди (0,1), воздействующие на ЦНС, а также окислы азота (0,3), воздействующие на слизистые оболочки и органы дыхания. По другим загрязняющим веществам HQ колеблется от 0,005 до 0,08. Соответственно коэффициенты опасности для других систем организма незначительны.

Как следует из полученных данных суммарный риск от выбросов ЗИФ в атмосферу является допустимым.

Таким образом, расчетами установлено, что золотоизвлекательные фабрики, входящие в состав золотодобывающих предприятий характеризуются допустимым риском

Литература

1. Современный Бодайбинский район // Официальный сайт Администрации муниципального образования г. Бодайбо и района. [Электронный ресурс]. URL: <http://bodaybo38.ru/qa/42.html> (дата обращения 17.03.2020 г.).
2. Шмаль А.Г. Факторы экологической опасности и экологические риски. Бронницы: Изд-во МП «ИКЦ БНТВ», 2010-191 с.
3. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки экологических рисков Практикум – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2017- 240с.

**ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
ОЗЕРА СОБОЛЕКОВСКОЕ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)
В ЛЕТНЕ-ОСЕННЮЮ МЕЖЕНЬ**

Турабекова А.А., обучающийся
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Республика Татарстан богата водными объектами. На территории республики расположено более 6,6 тысяч разнотипных и изученных в разной степени озер и искусственных водоемов общей площадью около 4,38 тыс. км² [1]. Одним из самых крупных озер на территории Татарстана является оз. Соболековское, расположенное в левобережной части долины р. Камы. Исследование качества поверхностных вод данного озера, относящегося до последнего времени числу неизученных, является актуальным в связи с важностью охраны и сохранения водных ресурсов республики.

Ключевые слова: озеро Соболековское, летне-осенняя межень, поверхностные воды, классификация, уровень загрязнения.

**HYDROCHEMICAL STUDY OF SURFACE WATER OF LAKE
SOBOLEKOVSKOE (REPUBLIC OF TATARSTAN)
IN SUMMER-AUTUMN MEAN WATER**

Turabekova A.A., the student
«Kazan (Volga region) Federal University»,
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The Republic of Tatarstan is rich in water bodies. On the territory of the Republic there are more than 6.6 thousand lakes and artificial reservoirs of various types and studied to varying degrees with a total area of about 4.38 thousand km² [1]. One of the largest lakes on the territory of Tatarstan is Lake Sobolekovskoe, located in the left bank part of the valley of the Kama River. The study of the surface water quality of this lake, which until recently was one of the unexplored ones, Sobolevskoe is relevant in relation to importance of protecting and preserving the water resources of the Republic.

Keyword: Lake Sobolekovskoe, summer-autumn mean water, surface water, classification, pollution levels.

В работе проанализированы пробы воды, отобранные в ходе мониторинга поверхностных вод озера Соболековское в летне-осеннюю межень 2018 года. Отбор проб (поверхностных вод) проводили с помощью батометра Молчанова на глубине 0,5 м.

Химико-аналитические исследования проведены с использованием следующих методов: титриметрии, фотометрии (спектрофотометр «ПЭ-5300ВИ»),

флуориметрии (анализатор «Флюорат-02»), ИК-спектрометрии (анализатор нефтепродуктов АН-1), потенциометрии (Иономер «Анион 4100»). Определение загрязняющих веществ проводили по *методикам*, утвержденным для государственного экологического мониторинга.

Поскольку озеро имеет сложнолопастную конфигурацию, для мониторинга площадь акватории озера была поделена на однородные участки [2].

Программа мониторинга включала определение следующих ингредиентов и показателей качества воды: сухой остаток, общая жесткость, кальций-ион, магний-ион, хлорид-ион, гидрокарбонат-ион, сульфат-ион, аммоний-ион, нитрит-ион, нитрат-ион, фосфор (фосфатов), общий фосфор, БПК₅, ХПК, растворенный кислород, летучие фенолы, нефтепродукты, удельная электропроводность (характеризующая общее солесодержание) и pH.

Выявленный ионный состав проб воды и преобладание гидрокарбонат-ионов позволяют отнести исследуемые воды по Алекину [3] к гидрокарбонатному классу, к I типу, характеризующемуся следующим соотношением концентрации ионов: I тип: $[\text{HCO}_3^-] > [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$. Такие воды маломинерализованы, щелочные, мягкие.

Рассчитанные значения кратности превышения (С/ПДК_в) среднего значения концентрации ингредиента или показателя (С) качества вод относительно соответствующих величин ПДК_в позволили определить приоритетные загрязняющие вещества и провести оценку уровня загрязнения поверхностных вод исследуемого озера [4]. Анализ результатов мониторинга показал, что приоритетным загрязняющим веществом поверхностных вод озера являются нефтепродукты. В наибольшей степени загрязнены нефтепродуктами отделенные участки озера - протока Кривель (5 участок) и Рукав (4 участок); максимальные превышения (С/ПДК_в 4,13 - 7,16) за весь период исследований определены осенью; значительное загрязнение центральной части озера нефтепродуктами отсутствует (0,7 ПДК) (рис.2).

В целом невысокое содержание соединений биогенных элементов и легко окисляемых органических соединений по БПК₅ в летний период связано, вероятно, с их потреблением фитопланктоном в поверхностном фотическом слое воды и высшей водной растительностью, особенно на мелководном участке с большим уровнем зарастания.

В осенний период характерно значительно большая концентрация фосфат и нитрат-ионов на отделенном участке Рукав (участок 4) и нитрат-ионов в нижней мелководной части с массовым развитием макрофитов (участок 3), в сравнении с концентрациями, определяемыми в летний период, что должно быть связано со спецификой водосбора на этих участках. (рис.3).

Результаты комплексной оценки класса качества поверхностных вод по расчетным значениям индекса загрязнения воды (ИЗВ) представлены на (рис.4). Качество воды исследуемого водоема по показателю ИЗВ практически на всех участках изменялось от «чистых» до «умеренно загрязненных». Подобная динамика класса качества воды наблюдается и в осенний период: для воды цен-

тральной части озера (участок 2) и в протоке Кривель (участок 5) значение ИЗВ <1 , т.е. вода относится к классу качества 2 - категория «чистая».

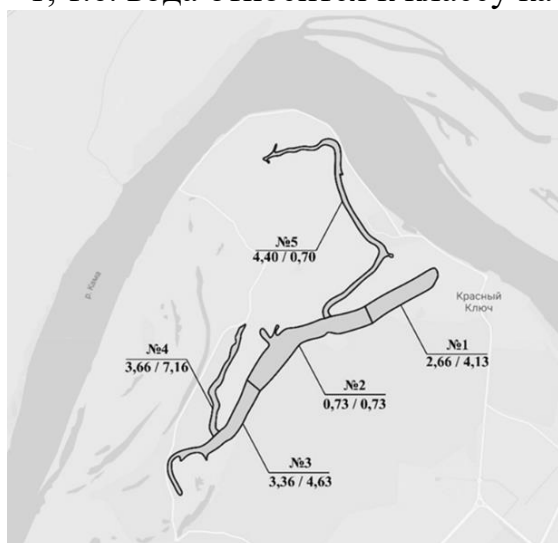


Рис.2. Кратность превышения (С/ПДКв): числитель (летний период); знаменатель (осенний период)

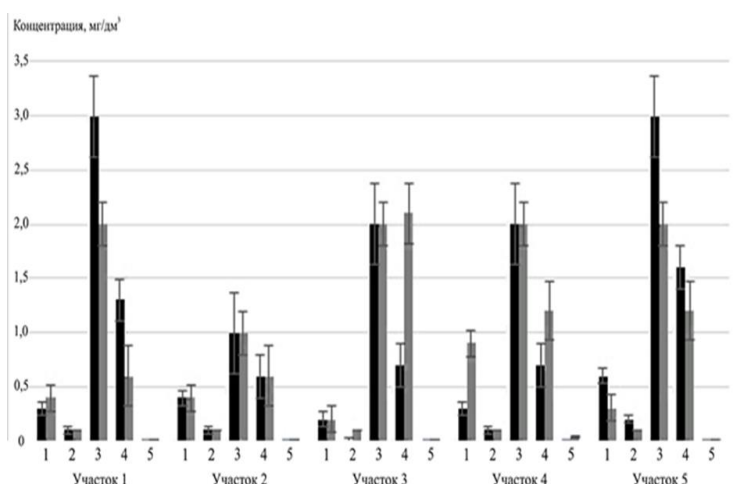


Рис.3. Концентрация биогенных элементов (1 - NH_4^+ ; 2 - PO_4^{3-} ; 3 - БПК₅; 4 - NO_3^- ; 5 - NO_2^-) в поверхностных водах озера в летний (темный цвет) и осенний (серый цвет) периоды

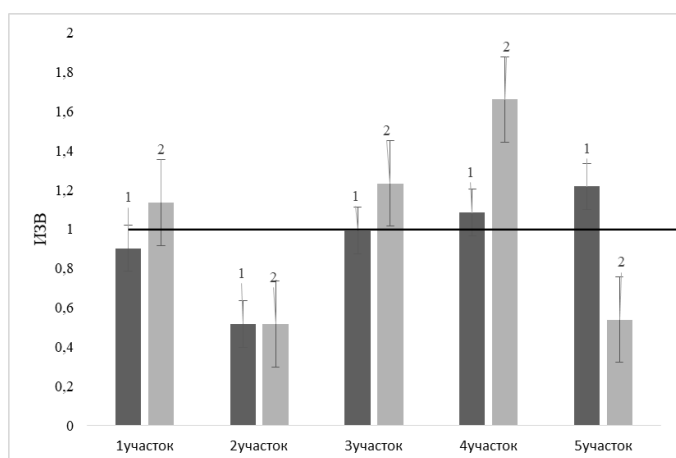


Рис.4. Показатель ИЗВ на различных участках озера в летний (1) и осенний (2) периоды

Вода р. Камы ранее использовалась для поддержания водного баланса озера путем перекачки воды р. Камы в верхней части озера (участок 1). В нашей работе была поставлена задача обосновать целесообразность перекачки воды р. Камы в озеро с точки зрения изменения качества его воды. Сравнительный анализ полученных результатов мониторинга качества воды р. Камы и озера Соболековское показал различие количественных характеристик ряда показателей. Так, выявлено меньшее содержание взвешенных частиц и органических соединений (по ХПК) в камской воде, что определяет ее меньшую цвет-

ность; вода оз.Соболековское больше загрязнена нефтепродуктами, а также содержит меньше биогенных соединений, что связано с их изъятием водным растением в летний период. Следовательно, помимо известного поддержания водного баланса оз. Соболековское, вода р. Камы по химическому составу может быть использована для улучшения качества его поверхностных вод.

Таким образом, в работе впервые проведено гидрохимическое исследование озера «Соболековское» (г. Нижнекамск, Республика Татарстан), испытывающего воздействие диффузного стока с территорий садовых участков, детских летних лагерей, лесных массивов.

Показано, что исследуемые воды относятся к гидрокарбонатному классу (I тип), маломинерализованные, щелочные, мягкие, характеризуются нормальным кислородным режимом. Приоритетным загрязняющим веществом поверхностных вод озера являются нефтепродукты, содержание которых в воде озера многократно превышает величину ПДКв, особенно в протоках Рукав (4 участок) и Кривель (5 участок). Выявленное низкое содержание биогенных элементов (С, N, Р) можно связать с их потреблением фитопланктоном в фотическом слое воды в летний период и спецификой водосбора в осенний период. По расчетным значениям индекса загрязнения воды в летне-осеннюю межень вода отнесена ко 2 классу качества (категория «чистая») в центральной части (2 участок) и ко 2 и 3 классам качества (от «чистых» до «умеренно загрязненных») на остальных участках озера.

Результаты мониторинга показали целесообразность перекачки воды р. Камы в озеро для улучшения качества его поверхностных вод.

Благодарности. Приношу благодарность научному руководителю д-ру хим. наук, профессору Латыповой В.З., а также зав. кафедрой прикладной экологии д-ру биол. наук Степановой Н.Ю. за помощь при выполнении и подготовке данной работы.

Литература:

1. Водные объекты Республики Татарстан /Под ред. Р.Р. Шагидуллина, Д.В. Иванова, А.Т. Горшковой – Казань: Пик Идель-Пресс, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 2018. – 320 с.
2. Никитин О.В. Морфометрическая характеристика озера «Соболековское» / О.В. Никитин, Н.Ю. Степанова, В.З. Латыпова // Материалы Форума Озера мира. – Казань: Изд-во Фолиант, 2019. – С. 314 – 319.
3. Алёкин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алёкин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 138 с.
4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: гигиенические нормативы. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. – 89 с.

УДК 631.95

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОДНО- И ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ

Утомбаева А.А., младший научный сотрудник;
Петров А.М., кандидат биологических наук, заведующий лабораторией
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В лабораторных условиях, проведен хронический эксперимент по изучению влияния разного содержания нефтяных загрязнений на рост пшеницы яровой и гороха посевного на рекультивированных аллювиальной луговой среднесуглинистой и супесчаной почвах. Определено влияние остаточного содержания поллютанта на развитие одно- и двудольных растений.

Ключевые слова: нефть, аллювиальная луговая почва, урожайность, биомасса.

INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON THE LIFE ACTIVITY OF MONOECIOUS AND DICOTYLEDONOUS PLANTS ON RECLAIMED ALLUVIAL MEADOW SOILS

Utombaeva A.A., junior researcher;
Petrov A.M., candidate of biological sciences, head of the laboratory
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: In laboratory conditions, a chronic experiment was conducted to study the effect of different content of oil contaminants on the growth of spring wheat and seed peas on reclaimed alluvial meadow medium-grained and sandy soils. Influence of residual content of pollutant on development of one- and dicotyledonous plants is determined.

Keyword: oil, alluvial meadow soil, yield, biomass.

Основными факторами отрицательного воздействия нефтяного загрязнения на растения являются токсическое действие поллютанта и изменения физико-химических свойств почвы. Влияние нефтяного загрязнения на физико-химические свойства почвы связано, главным образом, с обволакиванием нефтью почвенных частиц в связи, с чем происходит сильное увеличение гидрофобности почвы. Она утрачивает способность впитывать и удерживать воду, происходит вытеснение воздуха из почвенных пор, и, в конечном итоге, нарушается водный и воздушный режимы почвы.

Многочисленными работами установлено, что такие процессы в почве приводят к замедлению роста и развития растений.

В то же время, некоторыми исследователями отмечалось стимулирующее

действие нефти на рост растений. Установлено, что решающее значение имеет степень загрязнения (доза нефти), и агрохимический фон. На развитие растений также влияет «возраст загрязнения», определяемый временем, прошедшим с момента поступления нефти в почву и проведенными на ней рекультивационными мероприятиями [1,2].

Устойчивость растений к нефтяному загрязнению сильно зависит от стадии их развития и биомассы. Наиболее чувствительны к токсическому воздействию нефтепродуктов растения, находящиеся на ранних стадиях развития, а устойчивы - многолетние взрослые растения, так как у них происходит отращивание новых органов из спящих почек после гибели части растений после загрязнения.

Цель исследований - изучить влияние остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в аллювиальной луговой среднесуглинистой (АЛсс) и супесчаной (АЛсп) почвах на урожайность зеленой биомассы и развитие корневой системы высших растений.

В качестве тест-объектов были использованы два вида растений: односемядольное – пшеница яровая (*Triticum vulgare* L.) сорта «Йолдыз» и двусемядольное - горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта «Казанец». Всхожесть семян составляла 95 и более %.

Эксперимент по определению фитотоксичности почвы в зависимости от остаточного содержания поллютанта включал несколько вариантов с различным остаточным содержанием нефтепродуктов (НП), получаемым путем смешивания чистой (контрольной) и ранее условно рекультивированной загрязненной нефтью почвы (табл. 1). В качестве контроля использовали чистую, не загрязненную нефтью почву. Количество повторностей – 3. Эксперимент проводили в условиях прописанных в [3].

Таблица 1

Остаточное содержание НП в аллювиальных почвах

Тип почвы	Содержание НП, г/ кг				
	К	В1	В2	В3	В4
АЛсс	0,025	5,9	8,6	10,8	14,3
АЛсп	0,025	1,5	4,9	6,0	11,0

Остаточное содержание нефтяных загрязнений в почвах определяли сопоставлением потерь при прокаливании массы образцов чистых и загрязненных нефтью почв [4].

Хронические эксперименты проводили в лабораторных условиях при температуре окружающего воздуха 19-26°C. Влажность почв поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости. Зеленую массу растений и биомассу корней растений определяли на 42 сутки вегетационного эксперимента.

Сопоставление урожайности зеленой биомассы пшеницы выявило ингибирование их роста во всех опытных вариантах (рис.1). В супесчаной почве, содержащей 4,9 г/кг НП, наблюдалось 16% увеличение урожайности зеленой

массы. В АЛсс при минимальном остаточном содержании НП (вариант В1) биомасса корней пшеницы практически не отличалась от контроля, в В2 была на 25% ниже. В вариантах с максимальным содержанием НП (варианты В3 и В4) нарушение массообменных процессов приводило к более активному развитию корневой системы. В экспериментах с АЛсп в варианте В1 биомасса корней составляла только 55% от контроля, а в остальных была на 26-40% больше, чем в контроле.

Что касается зеленой массы, то ее урожайность практически во всех вариантах была ниже, чем в контроле (исключение вариант В2 на АЛсс почве).

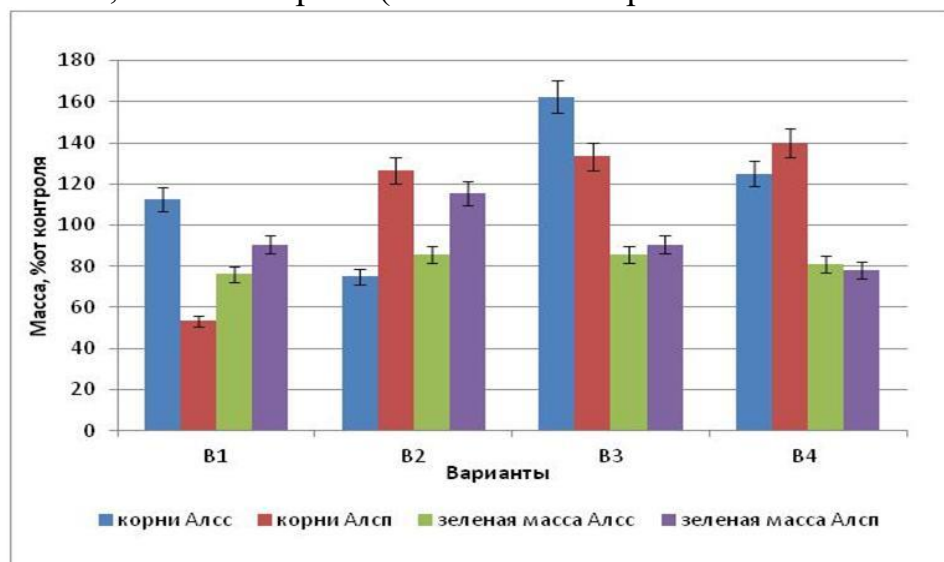


Рис. 1. Влияние остаточного содержания нефтяных загрязнений на урожайность сухой зеленой массы и развитие корневой системы пшеницы выросшей на аллювиальной луговой почве разного гранулометрического состава

Результаты хронических экспериментов показали, что выращивание гороха на более легкой нефтезагрязненной почве активизирует прирост корневой системы (рис.2). Активный прирост корневой системы наблюдался и при выращивании гороха на среднесуглинистой почве в вариантах содержавших 5,9 г/кг и 10,8 г/кг НП, при незначительном ингибировании роста при максимальной испытанной концентрации поллютанта. Урожайность зеленой массы независимо от гранулометрического состава во всех опытных вариантах была ниже, чем в контрольных.

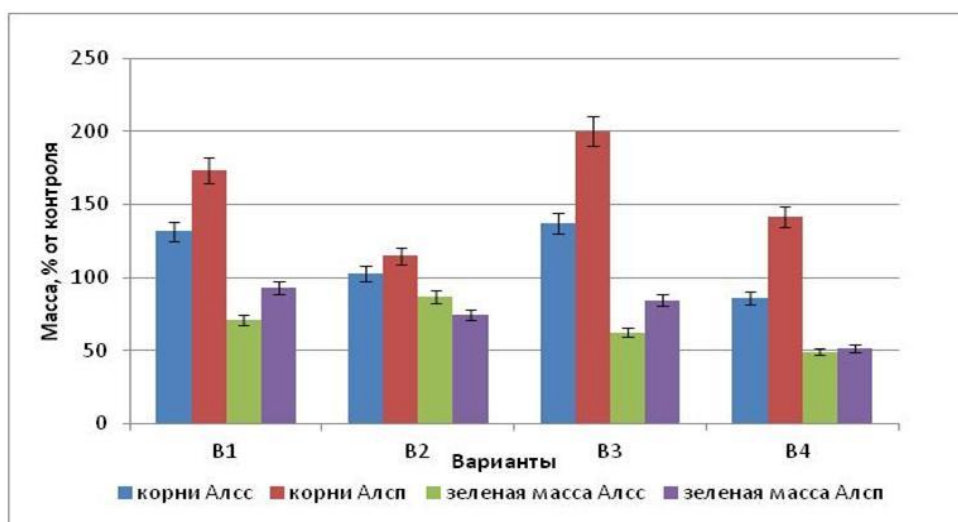


Рис. 2. Влияние остаточного содержания нефтяных загрязнений на урожайность сухой зеленой массы и развитие корневой системы гороха выросшей на аллювиальной луговой почве разного гранулометрического состава

Получены следующие выводы:

1. Остаточное содержание нефтяных загрязнений в рекультивированной аллювиальной луговой почве приводило к снижению урожайности зеленой массы пшеницы яровой и гороха посевного.
2. Полученные данные показывают, что двудольное растение более чувствительно к присутствию нефтепродуктов в рекультивированной почве.
3. Необходимость активизации массообменных процессов в системе «почва-растение» интенсифицирует развитие корневой системы испытанных растений.
4. Результаты хронических экспериментов показали, что выращивание гороха на более легкой нефтезагрязненной почве активизирует прирост корневой системы.

Литература

1. Петров А.М., Вершинин А.А., Каримуллин Л.К., Акайкин Д.В., Тарасов О.Ю. Динамика эколого-биологических характеристик дерново-подзолистых почв в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения// Почвоведение. 2016. № 7. С. 848-856.
2. Игнатъев Ю.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Петров А.М. Изменение углеводородного состава нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы в стандартизированных условиях инкубации // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 15. С. 256-260.
3. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 «Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений».
4. Игнатъев Ю.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Петров А.М. Применение метода прокаливания для определения содержания аллохтонных углеводов нефти в серых лесных почвах //Российский журнал прикладной экологии, 2018. № 3. С.34-37.

УДК 626.32, 627.18, 628.349, 544.732. 678.664.631.879

THE EFFECT OF THE THICKNESS OF THE OIL LAYER AND DOSE OF THE HYDROPHOBIC MATERIAL GRAFTED ONTO POLYURETHANE FOAM AND CHITIN ON THE OIL CAPACITY

Zenitova L.A., prof., doctor of science;

Tran Y.D.T., the student PhD;

FGBOI VO «Kazan national research technological university - KKhTI»
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The effects of the oil layer thickness and the dosage of the hydrophobic sorbent grafted on polyurethane foam and chitin are investigated in this study. The result shows that the dosage of the sorbent is dependent on the oil layer thickness. The oil adsorption of this hydrophobic adsorbent reaches 3,6-10,4 g / g, the percentage of oil removal reaches 41,5-92,7%, the hydrophobicity of the material is quite high (74-95%).

Keyword: hydrophobic sorbent, chitin, PUF, oil spill, oil sorption.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ НЕФТЯНОГО СЛОЯ И ДОЗЫ ГИДРОФОБНОГО МАТЕРИАЛА, ПРИВИТОГО НА ПЕНОПОЛИУРЕТАН И ХИТИН, НА НЕФТЕЕМКОСТЬ

Зенитова Л.А., проф., д.т.н;

Чан И.Д.Ч., аспирант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет - КХТИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В данном исследовании влияние толщины нефтяного слоя и дозировки гидрофобного материала, привитого на пенополиуретан и хитин, исследуется. Результат показывает, что дозировка материала зависит от толщины нефтяного слоя. Нефтеемкость этого материала достигает 3,6-10,4 г/г, процент удаления нефти достигает 41,5-92,7%, гидрофобность материала достаточно высокая (74-95%).

Ключевые слова: гидрофобный сорбционный материал, хитин, ППУ, разливы нефти, нефтяной сорбция.

The pollution of the water environment due to the oil spill is one of the urgent problems at this present [1]. Therefore, the development of materials with the oil sorption ability is receiving scientific attention. In particular, polyurethane foam (PUF) with a pore structure is considered as one of the most effective sorbents recently [2]. With its relatively high cost, using this potential material is not economical. The addition of a natural filler - chitin to reduce the cost of this synthetic polymer material have been developed [3]. It was indicated that the combined material based on chitin and PUF was a potential oil sorbent because of its high oil spill cleaning

ability, buoyancy, and reusability equivalent to the material without filler; in particular, the cost of this combination material was significantly reduced compared to the blank material [4-6]. However, the combined material between PUF and chitin as well as the blank material PUF has quite high hydrophilic. This is undesirable for sorbents to cleaning oil spills in water.

Currently, one of the simplest methods to improve the hydrophobic of materials is to immerse the material in a mixture containing hydrophobic polymer. With the high hydrophobicity of silicone-containing sealants, this material has been widely used as waterproof material in the construction industry [7].

In this study, the hydrophobicity of the combined material PUF-chitin is improved by immersion in the silicone sealant-ethyl acetate mixture. The material is applied to remove oil spills in the conditions of the oil layer thickness different. Parameters: the oil sorption capacity, the oil removal percentage, and the oil adsorption efficiency of the obtained material are evaluated.

To obtain the silicone-contained hydrophobic material (PPU10M-m), the combined material based on PUF-chitin was produced according to the technology schema in the previous study [3]. Then, the material is immersed in the silicon-ethyl acetate mixture with the ratio 1: 2 (w: w) for 30 s. Squeeze it to remove the soaking mixture, and dry at 70-80°C for 30 minutes.

To simulating an oil spill accident, the artificial seawater is prepared according to the method ASTM D1141-98 [8]. The crude oil obtained from the Nurlatckaia region (Tatarstan republic) with the kinematic viscosity - 5,4 mPa.s and the density - 0,931g/m³ is used to simulate oil spills in water. A study on the effect of the oil layer thickness is carried out by creating the oil layer in the artificial seawater d_{oil} = 3, 5, 7, 9, 11, 13 mm, respectively. The dosage of hydrophobic material PUF10M-m is studied 1g, 2g, and 3g, respectively.

To determine the adsorption capacity, oil removal percentage, and oil adsorption efficiency, the experiments were performed according to the improved method ASTM D95-13 which is described in the study [6].

The increase of the oil layer thickness leads to an increase in the contact area of the sorbent to the oil. Therefore, the higher the thickness of the oil layer, the higher the oil capacity of the material. At the same time, the increase of the oil layer thickness means the higher initial oil concentration. Thus, the oil removal percentage of the sorbent PUF10M-m decreases with an increase in the initial oil layer thickness. (Fig.1).

When using different dosages of the sorbent, it was found that with the high dosage of the adsorbent, the sorbents compete for sorbate molecules with each other, leading to the amount of adsorbed oil is evenly distributed on the material surface. However, the higher the dosage sorbent, the higher the degree of oil spill removal. Therefore, to choose the appropriate dosage of the sorbent, it is necessary to evaluate both parameters: oil capacity, as well as the degree of oil removal.

- In the case, the thickness of the oil layer is less than the size of the sorbent: it is presented that the use of the dosage 3g material reaches the lower oil capacity than dosages 1g and 2g; however, the oil removal percentage of the dosage 3g material

reaches better. On the contrary, the use of 1g PUF10M-m has a higher oil capacity, but the oil removal percentage is significantly lower than the dosage 2g and 3g sorbent. It is found that the oil sorption capacity when using 2g sorbent PUF10M-m is equivalent to 1g material, but the oil removal percentage is comparable to the higher dose (3g).

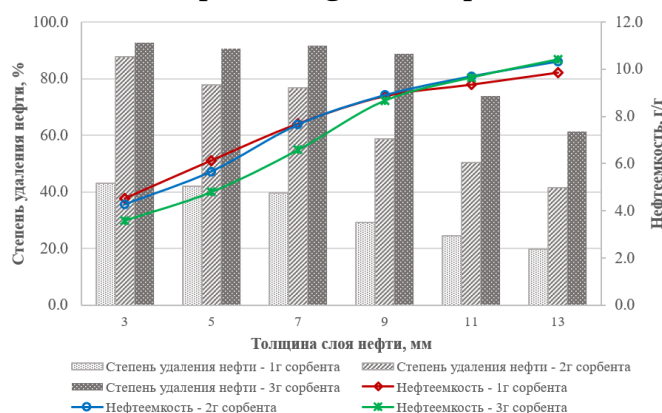


Fig.1 - The dependence of the oil capacity and the degree of oil removal on the dose PUF10M-m and the oil layer thickness on the water surface

- In the case, the oil layer thickness is higher than the size PUF10M-m: it shows that all three doses have the same oil capacity, however, when using 3g material, then its degree of oil removal is significantly higher than the other two doses. Therefore, it is recommended to use the dosage 3g material PUF10M-m in this case.

So, the use of the dosage PUF10M-m depends on the initial thickness of the oil layer.

Oil sorption efficiency is also one of the important parameters of the sorbent to cleaning oil spills. The oil sorption efficiency is characteristic of the hydrophobicity of the material. Table 1 shows that although the thin oil layer, the material PUF10M-m has high oil sorption efficiency; it means that the material PUF10M-m absorbs water very little. This shows that using the silicone sealant to modifying sorbent has created high hydrophobic material. Obviously, the increase in the thickness of the oil layer, it leads to a decrease in the contact area of the material to water, therefore, the oil absorption efficiency is higher.

Tab.1

Dependence of the efficiency of the oil sorption on the dose PUF10M-m and the oil layer thickness on the water surface

The dosage of the material	The oil layer thickness, mm					
	3	5	7	9	11	13
1g material	74,88	81,22	87,20	89,95	91,85	95,08
2g material	74,26	79,97	85,78	89,28	92,04	95,12
3g material	73,42	79,08	85,23	89,11	91,56	95,16

So, the use of the dosage material depends on the initial thickness of the oil layer. The degree of oil spill removal by the sorbent PUF10M-m reaches 41,5-92,7%, and the oil sorption capacity reaches 3,6-10,4 g/g.

Литература:

1. White, H.K. Impact of the Deepwater Horizon oil spill on a deep-water coral community in the Gulf of Mexico / H.K. White [and ets.] // Proc. Natl. Academic Science USA. - 2012. - V. 109. - № 50. - P. 20303-20308.
2. Kausar, A. Polyurethane composite foams in high-performance applications: a review / A. Kausar // Polymer-Plastics Technology and Engineering. - 2017. - V. 57. - № 4. - P. 346-369.
3. Чан, И.Д.Ч. Исследование сорбционной способности сорбента для ликвидации нефтеразливов на основе пенополиуретана и хитина / И.Д.Ч. Чан и Л.А. Зенитова // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. - 2019. - № 2. - С. 33- 47.
4. Tran, Y.D.T. Study on the sorption capacity of the adsorbent based on polyurethane and chitin to remove oil spills / Y.D.T. Trang and L.A. Zenitova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Efficient waste treatment-2018. V. 337. - 2019. Doi:10.1088/1755-1315/337/1/012008.
5. Чан, И.Д.Ч. Возможность многократного использования сорбента на основе пенополиуретана и хитина / И.Д.Ч. Чан и Л.А. Зенитова // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Химия. Экология. Урбанистика». Пермь. - 2020. - С. 204-208.
6. Tran, Y.D.T. Effective treatment of oil spills by sorbent formed from chitin and polyurethane foam / Y.D.T. Trang and L.A. Zenitova // Current Applied Science and Technology. - 2020. - Т. 20. - № 2. - С. 321-333.
7. Rufin, M.A. Enhancing the protein resistance of silicone via surface-restructuring PEO-silane amphiphiles with variable PEO length / M.A. Rufin, [and ets.] // Journal of Materials Chemistry B. - 2015. - V. 3. - № 14. - P. 2816-2825.
8. D1141-98, Standard practice for the preparation of substitute ocean water. ASTM International. West Conshohocken. PA. - 2013.

УДК 543.2

РОЛЬ ЦЕОЛИТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НЕГАШЕНОЙ ИЗВЕСТЬЮ

Шурмина Н.В., научный сотрудник;

Петров А.М., кандидат биологических наук, заведующий лабораторией;

Мустафина Л.К., научный сотрудник;

Богданова О.А., научный сотрудник;

Иванов Д.В., кандидат биологических наук, заместитель директора

Шагидуллин Р.Р., доктор химических наук, директор

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Изучено влияние внесения активированного цеолита на интенсивность выделения, образующегося при обработке осадков сточных вод негаше-

ной известью аммиака. При 5%, 2.5% и 1.3% дозировке негашеной извести внесение цеолита приводило к существенному снижению объемов выделяющегося в атмосферу аммиака.

Ключевые слова: осадки сточных вод негашеная известь, цеолит, аммиак.

THE ROLE OF ZEOLITES IN THE TREATMENT OF SEWAGE SLUDGE WITH QUICKLIME

Shurmina N.V., researcher;
Petrov A.M., candidate of biological sciences, head of the laboratory
Mustafina L.K., researcher;
Bogdanova O.A., researcher;
Ivanov D.V., candidate of biological sciences, deputy director
Shagidullin R.R., doctor of chemical sciences, director
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The effect of the introduction of activated zeolite on the intensity of the release formed during the treatment of sewage sludge with quicklime of ammonia was studied. At 5%, 2.5%, and 1.3% doses of quicklime, the addition of zeolite led to a significant reduction in the amount of ammonia released into the atmosphere.

Keyword: wastewater sediments; quicklime; zeolite; ammonia.

В настоящее время в крупных городах Российской Федерации на иловых картах накопилось огромное количество осадков сточных вод (ОСВ), которые приводят к загрязнению атмосферного воздуха, могут способствовать возникновению чрезвычайных ситуаций, приводящих к инфекционным заболеваниям, загрязнению поверхностных и подземных вод на прилегающих территориях.

Факторами, затрудняющими утилизацию, являются физические и химические свойства осадков, наличие условно патогенных и иных опасных живых организмов, что требует поиска экономически и экологически целесообразных технологических решений, обеспечивающих приближению их структуры и свойств к требованиям нормативных документов, определяющих возможность вторичного использования.

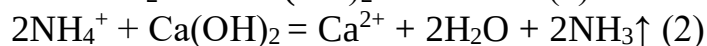
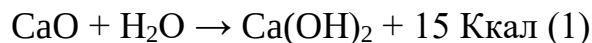
На сегодняшний день на иловых картах Казанских городских очистных сооружений размещено более 2.5 млн. м³ ОСВ. Объемы складированных в водоохранной зоне Куйбышевского водохранилища осадков, высокие уровни загрязнения химическими веществами и бактериальной микрофлорой исключают возможность их вторичного использования без предварительной и утилизации на полигонах.

Анализ научной и технической информации о реализованных в России и за рубежом проектах по обеззараживанию и стабилизации ОСВ показал, что его обработка негашеной известью (СаО) является одним из технологичных и эко-

номически целесообразных приемов обработки, обеспечивающих возможность дальнейшей утилизации. Он гарантирует экологическую и эпидемиологическую безопасность и используется на очистных сооружениях многих стран.

Для г. Казани основной проблемой применения данного способа обработки ОСВ, как и любых других, является нахождение иловых карт МУП «Водоканал» в черте города в окружении населенных пунктов и садовых товариществ, что требует создания условий, обеспечивающих минимальные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

В процессе обработки ОСВ негашеной известью в результате последовательных реакций ее взаимодействия с водой (1) и соединениями азота (2) происходит выделение дезинфицирующего агента – свободного аммиака, что требует разработки мероприятий, обеспечивающих снижение его выбросов в атмосферу при поддержании действующей концентрации в обеззараживаемом субстрате.



Выполнение вышеуказанных условий обеспечивает внесение в рекультивируемые ОСВ обладающего сорбционными свойствами минерального структурообразующего материала – цеолита.

Цель исследований: определить влияние активированного цеолита на динамику и интенсивность выделения аммиака при внесении в ОСВ различных доз окиси кальция.

Использованные в экспериментах ОСВ с иловых карт МУП «Водоканал» г. Казани характеризовались следующими усредненными показателями: влажность 85%, органическое вещество 43%, азот общий 2%, pH водной вытяжки 7.1.

Для внесения использовали активированный цеолит ТУ 2163-001-27860096-2016, фракция 0.2-0.8 мм, производитель ООО «Цеолиты Поволжья», вносимая доза составляла 30% от массы смеси ОСВ+СаО+цеолит.

Содержание аммиака в газовой фазе определяли согласно ПНД Ф 13.1.33-2002.

Внесение 10% СаО в присутствии цеолита практически не влияло на интенсивность выделения аммиака. Его активное выделение, как при добавлении цеолита, так и без него завершалось в течение 4-6 часов после смешения с ОСВ. Количество аммиака, образовавшегося в первые 4 часа при внесении 10% негашеной извести, составило 63.9 мг/кг осадка.

Присутствие цеолита в варианте, содержащем 5% негашеной извести, начиная с 5 часа эксперимента, способствовало незначительному снижению содержания аммиака в газовой фазе. Активное выделение аммиака также завершилось в течение 4-6 часов после смешения осадка и реагентов. Расчетное количество аммиака, выделившегося из обработанных образцов ОСВ в первые 5 часов после внесения негашеной извести, составило 50.0 мг/кг, негашеной извести и цеолита – 47.6 мг/кг. Начиная с 24 часа эксперимента содержание NH_3 в варианте с цеолитом было на 8.0-11.5% ниже, чем без него (рис.).

Сорбционная емкость цеолита при внесении 2.5% окиси кальция обеспечивала достоверное снижение эмиссии аммиака. За первые 5 часов после внесения извести количество выделившегося из ОСВ аммиака составило 38.4 мг/кг, а в присутствии цеолита – 28.2 мг/кг, что на 26,6% ниже, чем в пробах ОСВ, обработанных только известью (рис.).

В варианте, содержащем 1.3% извести, возможности цеолита по сорбции образующегося аммиака также обеспечивали снижение его эмиссии в атмосферу. В первые 5 часов после внесения только извести количество выделившегося из ОСВ аммиака составило 32.5 мг/кг, в смеси с цеолитом – 11.0 мг/кг (рис.).

Полученные данные показывают, что внесение в ОСВ цеолита в присутствии «малых доз» негашеной извести (2.5% и 1.3%) приводит к снижению эмиссии аммиака в атмосферу.

Проведенные эксперименты показали, что после обработки осадка негашеной известью или смесью негашеной извести и активированного цеолита интенсивное выделение аммиака в газовую фазу регистрируется только в первые 4-6 часов. Снижение дозы оксида кальция приводит к пропорциональному сокращению объема выделяемого в атмосферу аммиака. При концентрации негашеной извести 5% и, особенно, 2.5% и 1.3% внесение 30% цеолита способствует существенному снижению интенсивности и объемов выделяемого в атмосферу аммиака.

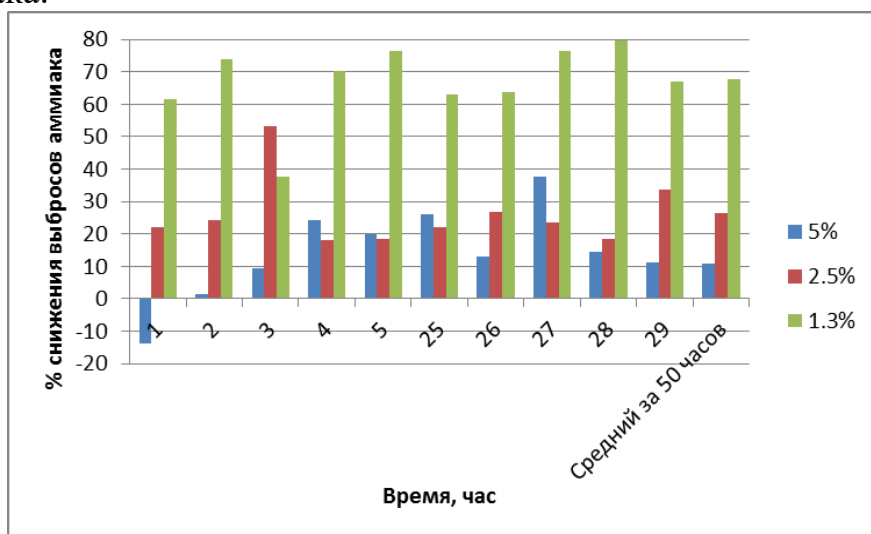


Рис. Эффект снижения выбросов аммиака в атмосферу в результате внесения цеолита при обработке ОСВ разными дозами негашеной извести

Полученные результаты позволяют определить технологические параметры и интенсивность обработки осадков сточных вод, в зависимости от поставленной задачи (снижение влажности и/или обеззараживание осадков сточных вод, связывание тяжелых металлов и др.), допустимого максимального «выброса» аммиака в атмосферу.

ВЛИЯНИЕ НОШЕНИЯ МАСКИ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ

Кулаков А.А., доцент, к.б.н

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Показано, что краткосрочное действие ношения маски приводит изменению постоянной и переменной части скорости реакции в зависимости от первоначального состояния.

Ключевые слова: простая сенсомоторная реакция, дефицит кислорода.

THE INFLUENCE OF WEARING A MASK ON THE PARAMETERS OF A SIMPLE SENSOR-MOTOR REACTION

Alexey A. Kulakov, Associate Professor, Ph.D.

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: It is shown that the short-term action of wearing a mask leads to a change in the constant and variable parts of the reaction rate depending on the initial state.

Key words: simple sensorimotor reaction, oxygen deficiency.

Пандемия коронавируса оказала серьезное воздействие на все стороны нашей жизни. Особые свойства новой болезни обусловлены достаточно высокой стойкостью вируса. Во многих странах мира люди вынуждены носить защитные маски во избежание заражения. Однако ношение маски имеет ряд сложностей, в частности, затруднение с дыханием вследствие увеличения аэродинамического сопротивления для воздуха, а также повышения содержания углекислого газа и понижения содержания кислорода в пространстве под маской, поскольку значительная часть выдыхаемого воздуха остается под маской, и вдыхается снова. В связи с этим мы предприняли исследование в отношении воздействия ношения маски на такой психофизиологический параметр, как простая сенсомоторная реакция, поскольку мы показали, что простая сенсомоторная реакция является составной, имеющей постоянную и переменную часть. После реагирования наступает некоторое торможение реагирования, со временем уменьшающееся, причем кривая спада торможения характеризуется мультиэкспоненциальным спадом [1].

Исследования проводились с 5 испытуемыми, 1 мужчиной 70 лет, и 4 женщинами (возраст 32-60 лет). Проведение эксперимента проходило следующим образом: испытуемый нажимал на кнопку мыши в ответ на появление на экране компьютера красного пятна размером 8 мм. Испытание проводилось в цикле, без перерыва, 50 раз за серию. Интервал между предыдущим реагированием и предъявлением нового пятна (время ожидания) изменялся случайным об-

разом в диапазоне 3-3000 мсек. Затем испытуемый реагировал, и определялось время от предъявления нового пятна до нового реагирования (латентное время реакции). За один сеанс проводилась одна такая серия без маски, и с маской. Число серий варьировалось до получения приемлемой относительной ошибки. Выбор порядка варианта с маской и без маски постоянно менялся, чтобы нивелировать время наблюдения. Перед измерением испытуемый выдерживался 10 минут в состоянии с маской или без маски. Сама процедура измерения составляла 60-80 секунд, в зависимости от состояния испытуемого. Количество сеансов в день было не более 4. Определение параметров простой реакции проводилось согласно [1], т.е. определялось постоянное время реакции, и переменное время реакции, состоящее как минимум из 2 времен релаксации. При этом проводилось ранжирование данных по [2]. В отличие от расчета по [1], в процессе расчета отбрасывались ошибочные измерения: досрочные реагирования и задержки в реагирования, которые превышали более, чем на 70% ближайшие точки основного массива значений. Затем определялась средняя величина латентного времени при определенной величине времени ожидания. Это иллюстрирует Рис 1.

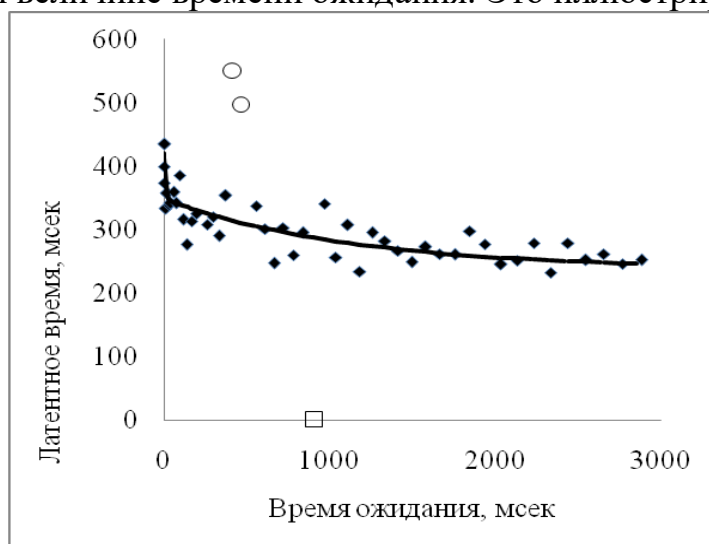


Рис. 1. Типичная экспериментальная зависимость латентного времени от времени ожидания

Незаполненные кружки – исключенные измерения вследствие необъяснимого запаздывания в реагировании, незаполненные квадраты – досрочные реагирования, заполненные ромбики – экспериментальные значения величины латентного времени, используемые в расчете, пунктирная линия – рассчитанные данные.

Анализ экспериментов показал, что даже 5-10 минутное нахождение человека в маске изменяет характеристики простой сенсомоторной реакции.

В Таблице 1 представлены данные параметров простой сенсомоторной реакции для пяти испытуемых.

Таблица 1

**Параметры простой сенсомоторной реакции у испытуемых
в маске (М) и без маски (К)**

	Испытуемые									
	В.		А1.		С.		О.		А2.	
Параметры	К	М	К	М	К	М	К	М	К	М
А ₁ , мсек	44,3	59,4	51,5	54,7	42,5	32,8	57,0	69,8	43,9	67,8
Т ₁ , мсек	9,5	33,0	223,0	4,0	74,7	22,4	20,5	13,5	9,9	16,3
А ₂ , мсек	117,3	86,2	35,6	68,2	80,9	107,1	102,6	127,2	102,9	98,9
Т ₂ , мсек	557,7	793,5	1564,0	416,3	1531,5	952,7	1256,8	1086,1	861,6	1011,2
Т _{пост} , мсек	269,0	276,0	278,9	288,6	337,1	321,5	263,0	248,2	254,7	273,9
Сумма R=Σσ ²	495,1	891,3	427	280,1	644,8	606,8	849,6	440,2	493,4	429,7
Стандартное отклонение	3,14	4,22	2,92	2,36	3,59	3,48	4,12	2,96	3,14	2,93

Из таблицы видно, что параметры простой сенсомоторной реакции изменяются даже при кратковременном надевании маски. При этом постоянная часть простой реакции изменяется незначительно. Однако переменная часть изменяется. При этом при одевании маски происходит изменение времен релаксации как быстрой, так и медленной компонент. В двух случаях происходит ускорение релаксации (для испытуемых С. и О.), а в трех случаях замедление релаксации. Изменения значительные: для короткой компоненты до 8 раз, для медленной компоненты – от 0,15 до 2,5 раз.

Эти различия могут быть отнесены как к возрасту и полу, так и к индивидуальной лабильности. Этот факт аналогичен действию шума на латентное время реакции, где, в зависимости от первоначального состояния, могло происходить как замедление релаксации, так и ускорение [3,4].

Этот факт нам представляется важным. Если работник выполняет работу, включающую быстротекущие процессы, то изменение скорости реагирования может быть причиной травм и ошибок. Причины наблюдаемого нами замедления восстановления первоначальной скорости реакции могут быть как в психологическом неудобстве самой маски, так и пониженной концентрации кислорода и повышенной концентрации углекислого газа под маской, так как последняя часть выдыхаемого воздуха остается в маске и вдыхается первой в новом вдохе. Несомненно, что длительное пребывание в маске только усиливает отрицательное действие на скорость сенсомоторной реакции.

Литература:

1. Кулаков А.А., Особенности простой психофизиологической реакции // Физиология человека, 2018, т.44 № 4, с. 60-66
2. Кукинов А.М. Применение порядковых статистик и ранговых критериев для обработки наблюдений / в сб. «Поиск зависимости и оценка погрешности». М.: Наука, 1985, с. 97-108
3. Кулаков А.А. О влиянии шума на характеристики простой психофизи-

зиологической реакции / в сб. Труды XVII Межд. Научн. Конф.» Химия и инженерная экология», 2017, Из-во Бриг, с. 129-131

4. Кулаков А.А., Изменение характеристик простой психомоторной реакции под влиянием акустического шума // Вестник МАНЭБ, изд-во МАНЭБ, 2018, т.23, № 2, с. 151-154

УДК 504.06

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕДИ В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ

Ибрагимова Э.А., обучающийся,

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: В данной работе приведена оценка загрязнения депонирующих сред медью в городе Казань на основе полученных результатов измерений. Описан ход пробоподготовки снежного покрова.

Ключевые слова: медь, снежный покров, депонирующие среды.

ANALYTICAL CONTROL OF COPPER IN DEPOSITING ENVIRONMENTS

Ibragimova E.A., student,

Dr. Gogol E.V., associate professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: This paper presents an assessment of copper contamination of depositing media in the city of Kazan based on the obtained measurement results. The course of snow cover sample preparation is described.

Keyword: copper, snow cover, depositing environments.

Мониторинг влияния отходов химических производств на природные и созданные человеком экосистемы остается актуальным. Современным этапом экологических исследований является формирование знаний о закономерностях распределения тяжелых металлов в различных средах [1-2]. При мониторинге состояния окружающей среды представляет интерес – медь, который в значительных объемах используется в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде несет серьезную угрозу из-за биологической активности и токсических свойств. Одним из наиболее доступных и информативных объектов в отношении оценки общей химико-экологической обстановки в городских районах является снег, который длительное время накапливает загрязняющие вещества от сухих и влажных осадков. Поэтому снежный покров

является объектом исследования для оценки загрязнения депонирующих сред медью в городе Казань.

Для проведения исследования по определению содержания ионов меди Cu^{2+} в снежном покрове, в работе был использован *pH*-метр типа «*pH*-150М».

Пробоподготовка. Перед началом эксперимента была проведена пробоподготовка [3]. Пробы отбирали 20 февраля 2020 года – перед началом таяния снега, в период максимального влагозапаса. Для отбора проб снега нами были выбрано озеро Большое Чуйково, которое находится на остановке «39-й квартал», на пересечении улицы Чуйкова и проспекта Амирхана. Отбор проб осуществлялся методом конверта - по диагонали озера на расстоянии 1, 5, 10, 15, 30 м от пересечения улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова, и 1 м со стороны двора (рис. 1).

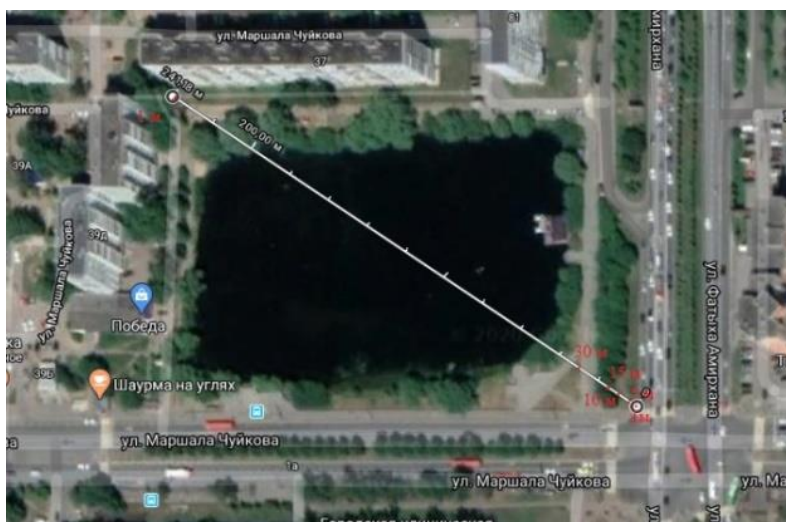


Рис. 1. Пересечение улиц Ф.Амирхана и М.Чуйкова на карте (масштаб 2:5000)

Алгоритм проведения измерения концентрации меди (II) в пробах снежного покрова методом прямой потенциометрии приведен на рисунке 2.

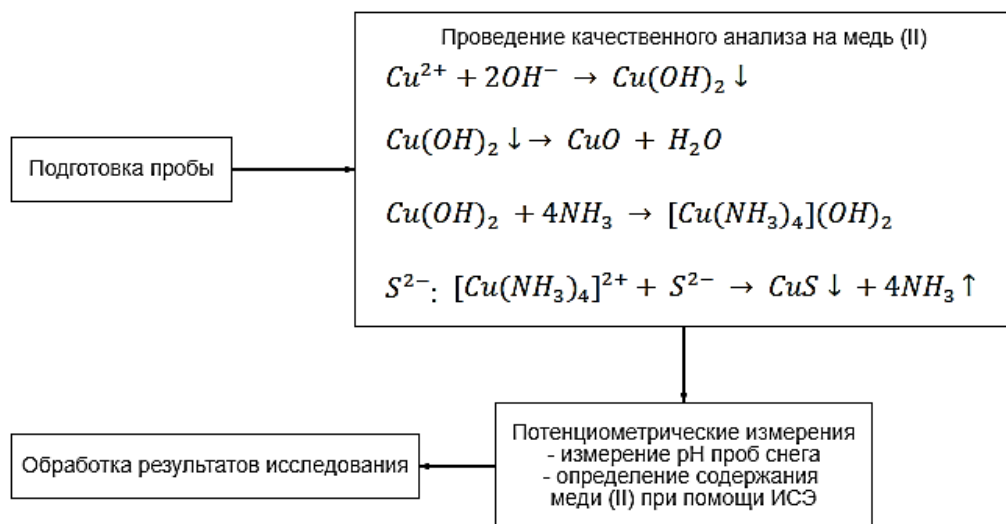


Рис.2 Алгоритм потенциометрического измерения концентрации меди (II)

Результаты исследования приведены на таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений

№ пробы	1	2	3	4	5	6
сCu ²⁺ , мг/л	0,27	0,19	0,17	0,13	0,25	0,095

Агрегатное состояние вещества в почвах твердое: в виде органо-минеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов, солей. Класс опасности – 2. Плотность меди в почве (II) равно 2 мг/кг. Согласно ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве величина ОДК (мг/кг) с учетом фона (кларка) для меди равно 66 мг/кг. Согласно ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве, величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка) для меди равно 3,0 мг/кг.

Результатом эксперимента, проведенного с использованием *pH*-метра марки *pH*-150 и медь-селективного электрода ЭЛИТ-227 (электрода сравнения ЭСр-10103) является регистрирование содержания меди Cu²⁺ в пробах снежного покрова по диагонали озера на расстояниях 1, 5, 10, 15, 30 м от пересечения улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова, которое ни в одной из точек не превысило ПДК и ОДК в почвенном покрове урбанизированных территорий.

Литература:

1. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Шипилова Р.Р., Тунакова Ю.А. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 19. – С.71-74;
2. Егорова О.С., Гоголь Э.В., Назмутдинова Н.М., Шамгуллина Э.И. Поступление металлов в атмосферный воздух мегаполиса в процессе эксплуатации передвижных источников // Сборник трудов пятого международного эко-

логического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2015». Самара, 16-20 сентября 2015г. – Самара-Тольятти, Россия: АНО «Издательство СНЦ» 2015.- Т.5.- С. 115-119;

З. Смирнов, Ю. А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Технические измерения и приборы: учебное пособие / Ю. А. Смирнов. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 252 с. - ISBN 978-5-8114-3938-6. - Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/>.

УДК 502.052

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ(II) В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ МЕТОДОМ ПЛАМЕННОЙ АТОМНОЙ АБСОРБЦИИ

Гисматуллина А. И., обучающийся
Мальцева С.А., кандидат химических наук, доцент
Григорьева И.Г., ст. преподаватель
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Рассмотрены источники поступления ионов никеля в природных водах. Приведены результаты определения концентрации никеля (II) в природной воде методом пламенной атомной абсорбции.

Ключевые слова: никель, атомная абсорбция, концентрация, раствор.

INVESTIGATION OF NICKEL (II) CONTENT IN NATURAL WATER BY FLAME ATOMIC ABSORPTION

Gismatullina A.I., studying
Maltseva S.A., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Grigorieva I.G., art. Teacher
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: Sources of nickel ions in natural waters are considered. Results of determination of nickel (II) concentration in natural water by method of flame atomic absorption are given.

Keywords: nickel, atomic absorption, concentration, solution.

Многие тяжелые металлы принимают участие в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. Но тяжелые металлы и их соединения также могут оказывать и негативное влияние на организм человека,

могут аккумулироваться в тканях, вызывая ряд заболеваний, в том числе респираторные заболевания; относятся к канцерогенным элементам.

Антропогенное загрязнение вод соединениями никеля обусловлено выносом их со сточными водами многих отраслей промышленности и коммунального хозяйства: горнодобывающих (рудобогатительных), металлургических, химических предприятий, гальванических цехов, производств минеральных красок, заводов синтетического каучука. К тому же, сжигание ископаемого топлива сопровождается большими выбросами никеля, который вместе с осадками поступает в воды.

На основе экспериментальных данных качественного и количественного состава загрязняющих веществ возможна комплексная оценка степени загрязнения, и разработка мероприятий, связанных с инженерной защитой гидросферы [1].

Одним из современных методов определения концентрации тяжелых металлов является метод атомно-абсорбционной спектрометрии. Данный метод спектрального анализа отличается высокой абсолютной и относительной чувствительностью, широким диапазоном определяемых концентраций [2-3]. Проведение исследования массовой концентрации никеля (II) основывается на концентрировании проб воды упариванием и последующем измерении атомного поглощения металла в концентрате в воздушно-ацетиленовом пламени горелки на резонансной спектральной линии металла. Измеряемая величина поглощения атомного пара металла пропорциональна его концентрации в исследуемом растворе.

Для построения градуировочной кривой готовятся растворы требуемых концентраций. Данные растворы распыляются в пламени горелки и для каждого раствора несколько раз измеряются значения абсорбции при длине волны 232 нм. Растворы анализируют в порядке возрастания массовой концентрации никеля. Результаты измерений градуировочных образцов для построения градуировочной зависимости приведены в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные для градуировочных растворов

Образец	Элемент	Стандарт	Ед. изм.	Среднее
Градуиров	Ni	0,05	мкг/см ³	0,0033
Градуиров	Ni	0,5	мкг/см ³	0,026
Градуиров	Ni	1	мкг/см ³	0,05

Значение атомного поглощения для исследуемого раствора составило 0,003. На рисунке 1 представлены результаты исследования.

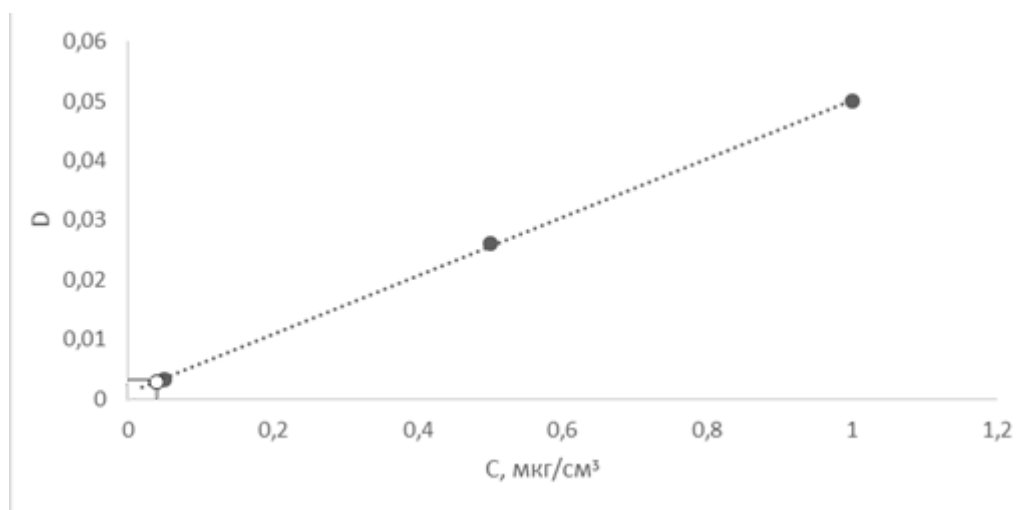


Рис. 1. Градуировочный график

Согласно результату исследования, содержание никеля (II) в исследуемом растворе составляет 0,0041 мкг/см³. ПДК содержания никеля в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования равна 0,02 мг/л. Экспериментально определенное значение концентрации вещества не превышает данное ПДК, что согласно регламентированным действующим законодательством Российской Федерации нормативным документам характеризует состояние исследуемого объекта как безопасное.

Литература:

1. Кремлева Н.В., Буданов А.Р., Мальцева С.А., Тунакова Ю.А. Стабилизатор полиолефинов фенолят никеля как вторичное сырье, получаемое при очистке гальванических стоков сернисто-щелочным отходом производства моторных масел // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18. №3. С. 101-103.
2. В.И. Барсуков Атомный спектральный анализ. - М.: Машиностроение – 1, 2005. – 132 с.
3. РД 52.24.427-2013 Массовая концентрация цинка, меди, железа, марганца и никеля в водах. Методика измерений атомно-абсорбционным методом с атомизацией в пламени. Ростов – на – Дону: 2013.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕГУЛИРОВАНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Байбакова Е.В.¹, аспирант,

Тунакова Ю.А.¹, д.х.н., проф.,

Валиев В.С.², с.н.с. лаборатории биогеохимии;

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

² ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(Казань, Российская Федерация)

Аннотация: в статье приведен сравнительный анализ разных подходов к регулированию антропогенной нагрузки на водные экологические системы, приведен расчет пороговых концентраций для малых водных объектов на территории РТ

Ключевые слова: антропогенная нагрузка на водные экологические системы, регулирование антропогенной нагрузки, экологическое нормирование

A COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO REGULATION OF ANTHROPOGENIC LOAD ON WATER ECOSYSTEMS

Baibakova E.V.¹, graduate student

Tunakova Y.A., professor

Valiev V.S.², senior researcher

¹Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

²Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan
Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: the article presents a comparative analysis of different approaches to the regulation of anthropogenic load on water ecological systems

Keyword: anthropogenic load on water ecological systems, regulation of anthropogenic load, environmental regulation

В настоящее время вопросы, связанные с критериями оценки качества природных вод и с регулированием антропогенной нагрузки на водные объекты, остаются актуальными в части научных исследований и сфере администрирования водопользования и государственного надзора.

Целью данной работы является проведение анализа различных подходов к регулированию антропогенной нагрузки на водные экосистемы. Научные основы нормирования и регулирования антропогенного воздействия на водные объекты формировались благодаря исследованиям многих отечественных и зарубежных ученых. Наиболее полно и комплексно теоретические подходы, в области экологического риска, связанного с антропогенным воздействием на эко-

логические системы, представлены в работах А.А. Музалевского и Л.Н. Карлина [1]. Авторы отмечают, что определение предельных антропогенных нагрузок на основе оценки риска для здоровья населения и риска наступления неблагоприятных событий, связанных с поступлением загрязняющих веществ, в том числе и в результате аварийных сбросов, представляет собой сложную задачу.

Анализ специальной литературы позволил выделить разные подходы к регулированию антропогенной нагрузки на водные объекты: во-первых, установление нормативов качества природных вод и ограничения, основанные на их соблюдении; во-вторых, ограничения на сбросы загрязняющих веществ в составе сточных вод, в том числе, исходя из требований наилучших доступных технологий; в третьих, ограничения, основанные на всестороннем анализе формирования качества поверхностных вод и антропогенной нагрузки на водный объект.

Остановимся более подробно на анализе перечисленных выше стратегий в свете особенностей современного правового регулирования деятельности, связанной с отведением загрязняющих веществ со сточными водами от водопользователей в РФ.

Первый подход хорошо разработан с точки зрения обеспечения минимальных рисков для здоровья населения и сохранения равновесия в экологических системах за счет сохранения трофической структуры водоема. Этот подход до сих пор используется во многих странах, несмотря на недостатки. Основным недостатком этого подхода является высокий экономический риск для водопользователей и потребителей продукции и услуг, т.е. водопользователям приходится сбрасывать более чистую воду по сравнению с качеством забираемой воды. Обоснование предельных допустимых сбросов загрязняющих веществ, исходя из необходимости соблюдения жестких нормативов качества воды, установленных для водоемов рыбохозяйственного назначения, повлекло за собой пересмотр значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов в РФ в сторону их послабления [2]. Недостатками этого подхода являются недостаточная информация о степени антропогенной нагрузки на водный объект для принятия качественного управленческого решения, жесткие требования к качеству сбрасываемых стоков, а следовательно, значительные затраты на водоочистку. Иногда эти затраты не обоснованы, т.к. повышенные концентрации ряда веществ в водном объекте, могут быть связаны с наличием биогеохимических провинций чисто природного происхождения. Основным достоинством этого подхода является минимальный риск деградации трофической структуры биоценоза водной экологической системы и минимальный риск для здоровья людей.

Второй подход к регулированию антропогенной нагрузки на водные экосистемы основан на определении антропогенных нагрузок на водные объекты на основе расчета масс сбросов загрязняющих веществ со сточными водами. При реализации такого подхода применяются разные методы регулирования антропогенной нагрузки. Исторически более ранним подходом является установление предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ (ПДС), лимитов (ВСС) на смену которым пришли показатели нормативов допустимых

сбросов (НДС) загрязняющих веществ. Сравнительно новым подходом в РФ является установление технологических нормативов сбросов на основе применения наилучших доступных технологий. Однако ряд справочников НДТ в частности ИТС 10-2015 очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов, утратили юридическую силу в связи с их отменой. Собственно и само постановление Правительства РФ № 1029, которое вводит критерии для оценки степени негативного воздействия на окружающую среду от антропогенных объектов, утрачивает юридическую силу с 1 января 2021 года [3]. Это свидетельствует о том, что подход к регулированию антропогенной нагрузки на водные объекты, основанный на техническом регулировании, оказался для многих компаний несостоятельным, т.к. переход на НДТ потребовал многомиллионных вложений, как на саму водоочистку, так и на организацию контроля за негативным воздействием на водный объект. По сути, первый подход требует соблюдения жестких санитарно-гигиенических нормативов, а второй - требует ограничений от источника НВОС, на основе удельных показателей сброса загрязняющих веществ в расчете на единицу производимой продукции. Следует учесть, что регулирование антропогенной нагрузки требует учета категории водного объекта. Третий подход наиболее сложный, как требует всестороннего мониторинга состояния водного объекта и источников антропогенного воздействия на него. Этот подход требует разработки новых технологий мониторинга качества поверхностных и подземных вод, применения ГИС, математического и компьютерного моделирования. Для принятия качественных управленческих решений, связанных с регулированием антропогенной нагрузки на водные объекты, необходимо понимание всех процессов формирования качества поверхностных вод. В настоящее время в соответствии с водным законодательством РФ для оценки качества воды водных объектов есть только один инструмент - нормативы качества воды водных объектов, дифференцированные по категориям водных объектов. На основе утвержденных нормативов качества воды разрабатывают нормативы допустимых воздействий на водные объекты. В частности, в рамках схемы комплексного использования и охраны водных объектов разработаны нормативы допустимого вредного воздействия (НДВВ) на р. Каму и р. Волгу от верховий Куйбышевского водохранилища до впадения в Каспийское море. Однако, разработанные и утвержденные Росводресурсами в установленном порядке НДВВ в настоящее время не могут быть применены в части распределения НДВВ по привносу химических и взвешенных веществ по водопользователям в связи с отсутствием такой методики. Поскольку оценка качества природных вод является ключевым фактором для принятия качественных управленческих решений, связанных с регулированием антропогенной нагрузки, то необходим поиск новых, более обоснованных подходов. Одним из них может быть отказ от классических интегральных показателей качества воды, полученных на основе агрегативных преобразований, типа приведенного взвешенного среднего, не имеющих под собой достаточного теоретического обоснования, в пользу

комплексной оценки состояния воды на основе многофакторного анализа с применением современных методов математического анализа [4-8].

Для определения пороговых концентраций с использованием методов математического анализа нами использовались данные о составе поверхностных вод малых рек: р. Ашит, с. Алан-Бексер; р. Казанка, с. Усады; р. Меша, с. Карадули; р. Сулица), отбираемые в ретроспективе лет с интервалом в среднем 1 раз в месяц. Набор данных содержал 32 значимых параметра, характеризующих качество поверхностных вод: СПАВ; БПК₅; ХПК; минерализация; прозрачность; температура; электропроводность; жесткость; содержание: взвешенных веществ; нефтепродуктов; Fe²⁺; Al³⁺; NH₄⁺; Pb²⁺; Ca²⁺; O₂ (раств.); Mg²⁺; Cu²⁺; Zn²⁺; Na⁺; K⁺; Ni²⁺; NO₃⁻; NO₂⁻; PO₄²⁻; SO₄²⁻; HCO₃⁻; Cl⁻; Mn (общий); P (общий); фенол. Были сформированы соответствующие выборки гидрохимических показателей и проведена их статистическая обработка, с расчетом средних значений, медиан, а также доверительных интервалов и квартильных размахов каждого показателя. Описательная статистика вариационных рядов данных позволила выявить диапазоны значений, характеризующих тот или иной кластер показателей. Крайние значения диапазонов математического ожидания можно рассматривать как пороги (нормативы) показателей в данных конкретных условиях. Результаты статистического исследования сведены в таблицы. Статистическая значимость различий оценивалась с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса, с последующей парной оценкой по Манна-Уитни. Верхний порог соответствует верхнему квартилю (75%), нижний – нижнему квартилю (25%) вариационного ряда. Полученные результаты приведены в таблице.

Вариационная статистика основных гидрохимических показателей
поверхностных вод малых рек РТ

Показатель	Среднее	Довер. интервал		Медиана	Ниж. Кварт.	Верх. Кварт.	SD
		-95%	95%				
АПАВ	0,027	0,018	0,035	0,024	0,016	0,028	0,016
Аммоний_ион	0,367	0,288	0,446	0,310	0,202	0,530	0,226
БПК ₅	1,33	0,991	1,67	1,16	0,790	1,45	0,870
Взвеси	25,1	19,1	31,2	22,0	10,7	36,0	17,8
Гидрокарбонаты	368,4	345,5	391,4	366,5	336,0	417,0	67,7
Железо	0,069	0,058	0,079	0,061	0,050	0,082	0,032
Жесткость	11,7	10,1	13,3	11,2	7,77	13,7	4,75
Кальций	177,5	151,9	203,1	172,0	110,5	223,0	75,6
Кислород_раствор	9,46	8,67	10,2	9,85	8,50	10,8	2,33
Магний	35,3	29,6	41,0	32,8	25,4	43,9	16,7
Марганец	0,232	0,141	0,322	0,183	0,090	0,267	0,267
Медь	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002
Натрий+калий	36,3	27,0	45,6	26,2	13,4	58,0	27,1
Нефтепродукты	0,071	0,035	0,108	0,046	0,038	0,078	0,060
Нитраты	8,84	7,84	9,84	8,50	6,62	11,0	2,96
Нитриты	0,091	0,058	0,124	0,077	0,045	0,103	0,095

Минерализация	959,5	840,7	1078,4	945,0	650,0	1095,0	351,3
Сульфаты	321,4	242,0	400,7	249,0	138,5	391,0	234,6
Фенол	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001
Фосфат_ион	0,228	0,159	0,297	0,164	0,134	0,247	0,198
Фосфор_общий	0,088	0,064	0,113	0,070	0,055	0,091	0,066
ХПК	10,7	8,86	12,5	9,7	6,700	11,400	5,03
Хлориды	17,1	14,2	20,1	15,9	10,8	21,3	8,77
Цинк	0,042	0	0,102	0,009	0,007	0,014	0,116
Эл_проводность	1117,4	1002,2	1232,5	1132,0	803,0	1228,5	340,2

Полученные результаты можно использовать для определения пороговых концентраций для малых рек для выявления региональной специфики и определения в дальнейшем региональных нормативов качества поверхностных вод.

Литература:

1. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика.- СПб, РГГМУ, ВВМ 2011. С 292.

2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года) от 13 декабря 2016 года N 552.

3. Постановление Правительства РФ «О признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации, об отмене некоторых нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении государственного экологического надзора» от 18 сентября 2020 года N 1496.

3. Галимова А.Р., Шагидуллин Р.Р., Тунакова Ю.А. Оценка вклада предприятий в формирование полиметаллического загрязнения поверхностных вод в районе г.Казани (статья) / Вестник Казанского технологического университета, Т. 18, № 14, 2015г., стр. 245-248

4. Тунакова Ю.А., Галимова А.Р., Новикова С.В., Валиев В.С., Сафарова В.И. Разработка подходов для доочистки питьевых вод мегаполиса (на примере г. Казани). Статья в журнале «Вода: химия и экология», 2016, № 12, стр. 10-16.

5. Габдрахманова Г.Н., Валиев В.С., Тунакова Ю.А. Комплексная оценка уровня загрязненности поверхностных вод реки Волга в районе г. Казани/ Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Между-нар. науч.-техн. конф., Алушта, 4–8 июня, 2018 г. /Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород, 2018. – Ч. III. С. 296-299.

УДК 504.45

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Иванов Д.В., кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе
Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики
Татарстан (г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: С применением региональных нормативов фоновое содержание выполнена оценка загрязненности донных отложений водных объектов Республики Татарстан нефтепродуктами. Установлен высокий уровень техногенного загрязнения донных отложений нефтяными углеводородами на участках акватории, расположенных в черте крупных населенных пунктов, а также в районах нефтедобычи.

Ключевые слова: донные отложения, нефтепродукты, фоновое содержание, коэффициент загрязнения, Республика Татарстан.

OIL POLLUTION ASSESSMENT IN SEDIMENTS OF WATER BODIES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Ivanov D.V., candidate of biological sciences, Deputy Director
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: Using regional standards of background content, the assessment of the pollution of sediments of water bodies of the Republic of Tatarstan with oil was carried out. A high level of technogenic pollution of sediments with petroleum hydrocarbons has been established in the water area located within the boundaries of large settlements, as well as in oil production areas.

Keywords: sediments, oil, regional background, pollution factor, Republic of Tatarstan.

В 2019 г. специалистами Института проблем экологии и недропользования АН РТ по заданию Министерства экологии и природных ресурсов РТ были разработаны региональные нормативы фоновое содержание нефтепродуктов (НП) в донных отложениях поверхностных водных объектов (Региональные ..., 2020). Они должны применяться всеми организациями при проведении оценки воздействия на окружающую среду, разработке перечня мероприятий по охране окружающей среды в составе предпроектной и проектной документации, исчисления размеров вреда, причиненного водным объектам в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В статье анализируются показатели загрязненности донных отложений 90 водных объектов РТ (реки, озера, водохранилища) НП, полученные по результа-

там исследований 350 проб, относящихся к различным типам по гранулометрическому составу и содержанию органического вещества. Содержание НП определяли методом ИК-спектроскопии по ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

Расчет показателей загрязнения донных отложений водных объектов РТ НП произведен путем сравнения фактической их концентрации в пробе с фоновой (табл.). Последняя учитывает содержание в пробе органического вещества (определяемого по потерям при прокаливании) и частиц пелитовой размерности (<0.01 мм), в зависимости от которых находится распределение в донных отложениях нефтяных углеводородов природного и антропогенного происхождения. Если содержание НП в образце превышало верхний предел фонового содержания, установленного для соответствующего класса (типа) донных отложений, определялся коэффициент загрязнения (K_z), рассчитываемый как отношение фактической концентрации НП (C_i) к фоновому значению (C_{ϕ}) по формуле:

$$K_z = \frac{C_i}{C_{\phi}}$$

При этом использовалась следующая классификация коэффициентов загрязнения: $K_z < 3$ – умеренный; $3 \leq K_z < 6$ – значительный; $K_z \geq 6$ – высокий. Если содержание НП не превышало установленный для определенной литологической группы верхний предел C_{lim} , то донные отложения были отнесены к незагрязненным.

Таблица

Региональные нормативы фонового содержания НП
в донных отложениях водных объектов РТ, мг/кг [1]

Характеристика донных отложений	Фон, C_{ϕ}	Верхний предел, C_{lim}
Реки и водохранилища		
Содержание органического вещества менее 8%, содержание частиц <0.01 мм менее 30%	45	100
Содержание органического вещества менее 8%, содержание частиц <0.01 мм более 30%	65	115
Содержание органического вещества более 8%, содержание частиц <0.01 мм менее 30%	160	305
Содержание органического вещества более 8%, содержание частиц <0.01 мм более 30%	180	475
Озера		
Содержание органического вещества менее 12%, содержание частиц <0.01 мм менее 50%	90	195
Содержание органического вещества менее 12%, содержание частиц <0.01 мм более 50%	220	345
Содержание органического вещества более 12%, содержание частиц <0.01 мм менее 50%	315	460
Содержание органического вещества более 12%, содержание частиц <0.01 мм более 50%	320	510

Результаты расчета коэффициента загрязнения K_z показывают, что в 123 пробах из 350 проанализированных имеются превышения регионального фона НП. Коэффициент загрязнения варьирует от 1.7 (озера Средний Кабан и Ореховка) до 89.9 (Средний Кабан). При этом 31% проб характеризуется умеренным уровнем загрязнения нефтепродуктами ($K_z < 3$), 25% - значительным ($K_z = 3-6$) и 43% – высоким ($K_z > 6$). В этот перечень вошли 10 озер и 24 реки, включая Волгу и Каму (Нижекамское и Куйбышевское водохранилища).

В ранжированном ряду данных по величине коэффициента загрязнения максимальные его значения характерны для донных отложений озера Средний Кабан г. Казани, где в 26 пробах коэффициент загрязнения оценивается как «высокий». Источником НП, соединений тяжелых металлов и других загрязняющих веществ в воде и донных отложениях озер Средний и Нижний Кабан являются в основном неочищенные стоки ливневой канализации г. Казани. Донные отложения выступают источником вторичного загрязнения водных масс озер системы, ухудшая качество воды и их газовый режим, что отражается на состоянии гидробионтов, формируют в глубоководных зонах практически безжизненные участки дна.

В приоритетный перечень наиболее грязных водных объектов также вошли реки Нокса ($K_z = 28.3$) и Казанка в черте г. Казани (2.1-23.3), Мелекеска (2.6-25.9) и Шукралинка (9.1-14.4) в г. Набережные Челны, а также ряд водотоков в нефтедобывающих районах республики: реки Бугульминка (22.6), Нариман (16.8), Большая Сульча (15.3), Камышла (7.9-9.6), Степной Зай (4.5-14.0), Бугульминский Зай (4.3), Мурат (3.9), Бигашка (3.6), Кичуй (3.2), Малый Черемшан (2.6) и др., где накопление НП в донных отложениях обусловлено техногенным фактором.

Поскольку опробование малых рек нефтедобывающих районов проводилось без учета мест расположения сосредоточенных и диффузных источников загрязнения, нельзя исключать и наличие более контрастных техногенных аномалий НП в донных отложениях рек юго-востока республики.

В акватории Куйбышевского водохранилища по результатам исследований был выделен ряд техногенно нагруженных участков акватории, локализованных преимущественно в районе промышленных центров: заливы «Солебаза» и «Локомотив» в г. Казани, акватория речных портов гг. Казань и Чистополь, где фактором загрязнения является слив различных НП (топливо и масла) с судов, находящихся на стоянке.

В число водных объектов, в донных отложениях которых были обнаружены превышения содержания НП, вошли 15 озер, причем 8 из них являются особо охраняемыми (Атаманское, Безымянное, Зеркальное, Карасиха, Моховое, Светлое, Черное, Чистое).

В водоохранной зоне памятника природы оз. Моховое, расположенного южнее п. Габишево Лаишевского муниципального района, в 2007 г. произошел разрыв магистрального нефтепровода, при этом на рельеф местности вылилось значительное количество нефти, часть которой попала в водный объект. Не-

смотря на оперативные мероприятия по устранению последствий аварии, в донных отложениях озера спустя 12 лет обнаруживается остаточное количество НП на уровне 670-2100 мг/кг, а коэффициент загрязнения ими оценивается как «умеренный» – «высокий».

Озёра в п. Ореховка Зеленодольского муниципального района в течение нескольких лет принимали недостаточно очищенные сточные воды с локальных очистных сооружений, что привело к накоплению в их донных отложениях нефтяных углеводородов ($K_3=1.7-3.9$).

Установлено превышение фоновых значений НП в отложениях оз. Карасиха, расположенном в охранной зоне Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника на территории п. Садовый: коэффициент загрязнения его донных отложений достигает 4.0 («высокий»). Качество воды в озере оценивается как низкое по целому ряду гидрохимических показателей, в водоеме систематически фиксируются превышения рыбохозяйственных ПДК по содержанию органических веществ.

Литература:

1. Региональные нормативы «Фоновое содержание нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов Республики Татарстан» (утв. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов РТ от 20.02.2020 г.)

УДК 504.064

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ МЕТОДОМ ИОНОМЕТРИИ

Шебеда М.М., обучающаяся

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Представлены результаты измерения концентраций ионов свинца в пробах снега на территории озера Большое Чуйкова города Казани

Ключевые слова: свинец, депонирующие среды, количественный анализ, ионометрия

DETERMINATION OF LEAD CONCENTRATION IN SNOW SAMPLES BY IONOMETRY

Shebedya M.M., the student

Gogol E.V., PhD in Chemistry

Kazan national research technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: The article contains the results of measuring the concentrations of lead

ions in snow samples on the territory of Lake Bolshoe Chuikov in Kazan.

Keywords: lead, depositing media, quantitative analysis, ionometry

Озеро Большое Чуйково на перекрестке улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова является модельным объектом как изучения влияния автотранспорта на состояние снежного покрова, который при таянии поступает в водоем, так и эффективности мероприятий по оптимизации логистики городских автотранспортных потоков, предусмотренной проектами развития территории города Казани как комфортной и безопасной среды. В работе исследовались пробы снежного покрова данной территории, в которых анализировались концентрации свинца на соответствие установленным нормам ПДК или ОДК.

Несмотря на наличие запрета на использование тетраэтилсвинца в качестве присадки для топлива автотранспорта, согласно ГОСТ 32513-2013 «Топлива двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин», свинец в малых количествах содержится и в неэтилированном топливе и в результате работы двигателя металл попадает в атмосферный воздух, и как следствие в почвы и воды. Такое загрязнение создает угрозу поражения металлом населения. Свинец – тяжелый металл, относится к I классу по токсичности. Металл вызывает обширные патологические изменения в нервной системе, крови, активно влияет на синтез белка, энергетический обмен клетки и ее генетический аппарат [1]. ОДК свинца в почве с учетом фона 130 мг/кг [2].

В данной работе был проведен количественный анализ проб снега, отобранных на территории озера Большое Чуйково на содержание ионов свинца. В зимнее время атмосферные загрязнения вместе со снеговыми осадками накапливаются в снежном покрове, поэтому снежный покров является удобным индикаторным объектом оценки состояния городской среды, отражая уровень загрязнения приземных слоев атмосферы [3].

Отбор производился вблизи озера со стороны перекрестка автодорог на расстояниях 1 м, 5 м, 10 м, 15 м и 30 м и со стороны жилой застройки на расстоянии 1 от домов (Рис.1), для определения фонового содержания. Всего 6 проб. Пробы отбирали шурфным способом согласно методике ГОСТ 17.1.5.05–854 20 февраля 2020 (в начале периода снеготаяния). Забор материала производился пластиковым совком по всей толще покрова. Оборудование для отбора проб должно соответствовать ГОСТ 17.1.5.04 и ГОСТ Р 51592. Затем помещали в чистые полиэтиленовые пакеты и транспортировали в лабораторию. Объем каждой пробы составил примерно 1,5 л.

Приготовление исходного раствора производилось согласно схеме 1.



Схема 1. Приготовление исследуемого раствора



Рис. 1. Расположение точек отбора проб снега

Количественный анализ ионов свинца в водных вытяжках был проведен методом прямой потенциометрии (ионометрии) на иономере И-160М с использованием электрода ионоселективного кристаллического ЭЛИС-131Рb и электрода сравнения хлорсеребряного ЭВЛ-1М3.1 согласно паспорту ионоселективного электрода ЭЛИС-131Рb. [4, 5, 6]

Ниже приведена таблица полученных результатов. Погрешность прибора $\pm 0,04$. [4]

Таблица 6. Результаты измерений

Расположение	1 м	5 м	10 м	15 м	30 м	1 м (дом)
№ пробы	1	2	3	4	5	6
$\text{С}_{\text{Pb}^{2+}}$, мг/дм ³	7,010	6,564	5,175	3,849	2,987	2,213

Все полученные значения лежат в диапазоне измерения используемого электрода $10^{-6} \dots 10^{-1}$ моль/л.

Результаты измерений, представленные в таблице 1, позволяют сделать вывод о том, что концентрация ионов свинца уменьшается с увеличением расстояния от перекрестка с $0,701 \pm 0,04$ мг/л до $0,221 \pm 0,04$ мг/л.

Концентрация металла вблизи перекрестка в 3 раза превышает концентрацию металла со стороны жилой застройки, но не превышает ОДК в почвах, которое составляет 130 мг/кг почвы или 15 мг/л (в водных вытяжках почв).

Концентрация проб отобранных со стороны жилой застройки в 7 раз меньше допустимых концентраций. При приближении к озеру концентрация свинца (проба 5 – 30 м) приближается к концентрации свинца со стороны жилой застройки с разницей 0,077 мг/л.

Таким образом, несмотря на загруженность автомобильных дорог и ин-

тенсивное движение автотранспорта вблизи озера Большое Чуйково превышений концентраций свинца на территории водоема и на прилегающих территориях не обнаружено, что позволяет говорить об эффективности последовательных мер оптимизации логистики автотранспортных потоков и создания комфортной и безопасной городской среды.

Литература:

1. Опасность хронических отравлений свинцом для здоровья населения / Шестова Г.В., Ливанов Г.А., Остапенко Ю.Н., Иванова Т.М., Сизова К.В. // Медицина экстремальных ситуаций. – 2012.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2009 г. № 32 "Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2511-09"
3. Дрябжинский О.Е., Зубкова В.М., Пугачёва Т.Г. Содержание суперэко-токсикантов (свинца и кадмия) в снеговом покрове // Инновационная наука. – 2017. – С. 35-38
4. Руководство по эксплуатации Ионмер лабораторный И-160М МТИС2.840.009 РЭ
5. Паспорт Электрод ионоселективный ЭЛИС-131Рb ГРБА.418422.015-09 ПС
6. Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И., Гоголь Э. В. Обзор существующих методов определения тяжелых металлов при термической утилизации // Химия и инженерная экология – XVIII сборник трудов международной научной конференции. Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ).- 2018.

УДК 504.064

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ КАДМИЯ В ДЕПОНИРУЮЩЕЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА И pH-МЕТРА

Чумарова К.С., обучающаяся

Гоголь Э.В., кандидат химических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: представлены результаты исследования концентрации ионов кадмия в депонирующей среде с использованием ионоселективного электрода и pH-метра на перекрестке улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова г. Казань на территории озера Большое Чуйково.

Ключевые слова: кадмий, ионоселективный электрод, pH-метр.

DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF CADMIUM IONS IN A DEPOSITIVE MEDIUM USING AN ION-SELECTIVE ELECTRODE AND A pH METER

Chumarova K.S., the student
Gogol E.V., PhD in Chemistry

Kazan national research technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: presents the results of a study of the concentration of cadmium ions in a depositing medium using an ion-selective electrode and a pH-meter at the intersection of Fatykh Amirkhan and Marshal Chuikov streets in Kazan on the territory of Lake Bolshoye Chuikovo.

Keyword: cadmium, ion-selective electrode, pH meter.

Кадмий известен как высокотоксичный элемент, он вызывает повреждение почек, печени и легких, высокое кровяное давление и разрушение эритроцитов [1]. В этой связи является актуальным использование для его скринингового контроля в городских депонирующих средах селективных, быстрых и экономически доступных для массового определения методов. Оптимальным для данных целей является использование кадмий-селективных потенциометрических электродов [2].

Для количественного анализа ионов кадмия были отобраны пробы снега (городской депонирующей среды) на перекрестке улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова Казани на территории озера Большое Чуйково.

В ходе сбора фиксировались время сбора, дата сбора, расстояние от перекрестка / жилого комплекса.

Отбор проб

Пробы отбирали методом конверта – по диагонали озера: с стороны перекрестка на расстояниях 1м, 5м, 10м, 15м, 30 м и со стороны жилого комплекса на расстоянии 1м. Отбор проб производился в полиэтиленовые пакеты с помощью пластикового совка. Объем пробы составил 1,5 л для каждой пробы. Таяние снега осуществляли при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в пакетах в лабораторных условиях, после чего жидкие пробы переливались в бутылки объемом 2,0 л.

Изначально бутылки очищали разбавленной (1:1) соляной кислотой, т.е. наполняли и оставляли на 3 дня бутылки с раствором, для очистки загрязнений с горловин и пробок бутылей в течение периода вымачивания в соляной кислоте бутылки на некоторое время переворачивали вверх дном. После вымачивания бутылки тщательно промывали водой. Отобранные пробы анализировались без промедления во избежании погрешности измерений, как кадмий способен адсорбироваться на стенках сосуда [3].

Количественный анализ

Кадмий-селективный электрод требует предварительной подготовки перед использованием, подготовка электрода ЭЛИТ-241 и приготовление серии

стандартных растворов осуществлялись согласно [3-4].

Калибровка

Настройка прибора по первому контрольному раствору:

- 1) Погружение электродной системы в первый контрольный раствор.
- 2) Ожидание устойчивого показания температуры и Э.Д.С. и ввод данных.

Настройка прибора по второму контрольному раствору аналогична настройке по первому раствору. Температура второго контрольного раствора должна быть равна температуре первого раствора. После ввода значения концентрации второго раствора прибор автоматически переходит в режим «ИЗМЕРЕНИЕ».

Контроль настройки по третьему контрольному раствору:

- 1) Дождаться перехода в режим «ИЗМЕРЕНИЯ» [5].
- 2) Промывка и погружение электродной системы в третий контрольный раствор.
- 3) Ожидание стабильных показаний на дисплее.

Значения рХ для контрольных растворов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения рХ для контрольных растворов

Молярная концентрация раствора, моль/дм ³	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
Значение рХ	4,02	3,06	2,17	1,42

Иономер записывает результаты калибровки в память, в дальнейших измерениях сам выполняет необходимые вычисления и выводит готовый результат на дисплей.

Результаты измерений по 6 исследуемым растворам приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерений по 6 исследуемым растворам

Расположение	1 м	5 м	10 м	15 м	30 м	1 м (фон)
№ пробы	1	2	3	4	5	6
cCd ²⁺ , мг/дм ³	0,0036	0,0034	0,0029	0,0027	0,0023	0,0019

Калибровочный диапазон ионов кадмия, определённый с помощью иономера И-160М и ионселективного электрода ЭЛИТ-241 для контроля содержания кадмия в снежном покрове вблизи автодороги с интенсивным движением, составил 10⁻⁴ – 1 мг/л. ОДК кадмия в городских почвах (1 мг/л) входит в этот диапазон. Погрешность определения составила ±0,020 для одновалентных ионов, ±0,040 для двухвалентных ионов.

Результаты измерений

В пробах депонирующих сред, отобранных со стороны перекрестка улиц Фатыха Амирхана и Маршала Чуйкова Казани на территории озера Большое Чуйково на расстояниях 1м, 5м, 10м, 15м, 30 м и со стороны близлежащего жилого комплекса на расстоянии 1м не показывают превышений ОДК кадмия для

городских территорий. Это может говорить о том, что мероприятия, которые реализуются в Казани в соответствии с программами повышения экологической безопасности города и программами создания комфортной городской среды, в которых предусмотрены мероприятия для уменьшения влияния автотранспорта, в том числе связанные с перераспределением потоков и скоростных режимов, результативны в долгосрочной перспективе.

Литература:

1. Robin A Bernhoft. Cadmium Toxicity and Treatment // The Scientific World Journal. 2013.
2. Сибгатуллина О.С., Гумерова Г.И., Гоголь Э.В. Обзор существующих методов определения тяжелых металлов при термической утилизации // Сборник трудов международной научной конференции «Химия и инженерная экология – XVIII». 2018. С. 342-345.
3. Мидгли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ воды. – М.: Мир, 1980. С. 313.
4. Электрод ионоселективный «ЭЛИТ-241». Руководство по эксплуатации. НИКО.418422.241ПС. С. 1.
5. Ионмер лабораторный И-160М. Руководство по эксплуатации. МТИС2.840.009 РЭ. С. 3.

УДК: 504.064

ОЦЕНКА ВКЛАДА ВЫПУСКОВ МУП ВОДОКАНАЛ В ФОРМИРОВАНИЕ ФОНОВОГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Шамсулина Р.И.¹, магистр,

Тунакова Ю.А.¹, доктор химических наук, профессор,

Валиев В.С.², с.н.с. лаборатории биогеохимии;

¹ ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

² ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
(Казань, Российская Федерация)

Аннотация: проведена оценка степени влияния организованных выпусков предприятия МУП Водоканал на поверхностные воды Куйбышевского водохранилища, определены вклады в формирование фоновых концентраций отдельных компонентов выпусков.

Ключевые слова: сточные воды, поверхностные воды, оценка вкладов, загрязняющие вещества

ASSESSMENT OF THE CONTRIBUTION OF ISSUES OF MUNICIPAL UNITARY ENTERPRISE VODOKANAL C FORMATION OF THE BACKGROUND LEVEL OF SURFACE WATER POLLUTION

Shamsylina R.I.¹, master
Tunakova Yu.A.¹, professor
Valiev V.S.², senior researcher

¹Kazan national research technical University named after A. N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

²Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan
Academy of Sciences
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: the degree of influence of organized releases of the municipal unitary enterprise Vodokanal on the surface waters of the Kuibyshev reservoir was assessed, and the contributions to the formation of background concentrations of individual components of releases were determined.

Keywords: wastewater, surface water, contribution assessment, pollutants

В Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 прописано сокращение сбросов неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод, являющихся причиной загрязнения природных водных объектов. Перечень веществ, подлежащих мерам государственного регулирования, применительно к сбросам в водные объекты устанавливаются местными административными органами в зависимости от мощности и эффективности работы существующих очистных сооружений. С промышленными сточными водами в водоемы попадает значительное количество токсичных примесей. Предприятием, лидирующим по объему выпусков загрязненных сточных вод в р. Волга в районе г. Казани является МУП «Водоканал». Система водочистки МУП «Водоканал» г. Казани осуществляет сбор, транспортировку, очистку, обеззараживание сточных вод от населения и промышленных предприятий города и возврат очищенной воды в Куйбышевское водохранилище. Для МУП "Водоканал" г. Казани характерными компонентами выпусков являются: Al^{3+} , Zn^{2+} , NO_2^- , Cl^- , Cu^{2+} , Co^{2+} , SO_4^{2-} , взвешенные вещества, нефтепродукты, фенол, $Fe_{общ}$, Ni^{2+} , NO_3^- , PO_4^{2-} , NH_4^+ [1-4].

Для минимизации химической нагрузки выпусков производств на поверхностные воды необходима оценка их вкладов в уровень загрязнения поверхностных вод, являющихся приемником сточных вод.

Для этой цели нами использовались данные № 2-тп (водхоз) -суммарная масса сбрасываемых загрязняющих веществ предприятием со сточными водами тыс. т /год. Использование фоновых концентраций при оценке уровня загрязнения водных объектов более корректно, чем ПДК поскольку, перед нами стояла задача оценки изменения фонового уровня загрязнения под действием организованных выпусков сточных вод.

Нами использован показатель, характеризующий степень влияния предприятия (α) по уравнению вида:

$$\alpha = \frac{C_k - C_{\phi}}{C_k} \cdot 100\% ,$$

где C_k – концентрация загрязняющего вещества в контрольном створе, в зоне воздействия предприятия, а C_{ϕ} – концентрация того же вещества в фоновом створе.

Величина α позволяет оценить процентное содержание загрязняющего вещества в поверхностных водах в контрольном створе, обусловленное сточными водами конкретного предприятия. При наличии нескольких источников загрязнения эта величина может характеризовать относительную долю участия каждого из них в общем загрязнении поверхностных вод. Рассчитанные коэффициенты α , приведены в табл.

Таблица

Оценка степени влияния МУП Водоканал

Предприятие	NO_2^-	Cu^{2+}	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	Нефтепродукты	NH_4^+	PO_4^{2-}	Фенол
МУП "Водоканал" г. Казани	83,94	8,6	68,94	69,37	88,97	89,79	6,4

Таким образом, нами показано весьма существенное влияние по ряду показателей на качество воды Куйбышевского водохранилища в зоне воздействия выпусков сточных вод МУП «Водоканал» г. Казань. Предприятие вносят вклад как в увеличение концентрации ионов аммония и нитритов в контрольном створе (88,97 %), так и в увеличение концентрации металлов (железо – 68,94% и 93,65%, медь – 8,60%) в Куйбышевском водохранилище. Четко прослеживается влияние антропогенных биогенов: доля фосфатов в контрольном створе составляет 89,79% от МУП «Водоканал» г. Казань.

Литература:

1. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года N 176 <http://docs.cntd.ru/document/420396664>.

2. Галимова А.Р., Шагидуллин Р.Р., Тунакова Ю.А. Оценка вклада предприятий в формирование полиметаллического загрязнения поверхностных вод в районе г. Казани (статья) / Вестник Казанского технологического университета, Т. 18, № 14, 2015г., стр. 245-248

3. Тунакова Ю.А., Галимова А.Р., Новикова С.В., Валиев В.С., Сафарова В.И. Разработка подходов для доочистки питьевых вод мегаполиса (на примере г. Казани). Статья в журнале «Вода: химия и экология», 2016, № 12, стр. 10-16.

4. Габдрахманова Г.Н., Валиев В.С., Тунакова Ю.А. Комплексная оценка уровня загрязненности поверхностных вод реки Волга в районе г. Казани/ Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. Между-нар. науч.-техн. конф., Алушта, 4–8 июня, 2018 г. /Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород, 2018. – Ч. III. С. 296-299.

УДК 536.544.2.665.76(575.3)

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА
ПАРООБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСЛА
LUMIX TRANSMISSION OIL TM- 5-18 80-90APT GL-5**

Холиков М.С.¹, соискатель;

Юнусов М.Ю.², к.т.н., доцент;

Шарифов Д.А.², к.т.н.;

Бадалов А.², доктор химических наук, профессор

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН
(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

²Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими,
(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: методом тензиметрии установлено, что в интервале 300–480 К процесс парообразования трансмиссионного масла Lumix transmission oil TM-5-18 80-90APT GL-5 состоит из трёх ступеней и определены их термодинамические брутто-характеристики.

Ключевые слова: тензиметрия, парообразование, трансмиссионное масло, ба-рограмма, термодинамические брутто-характеристики.

**THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF VAPORIZATION PROCESS
OF THE TECHNICAL OIL LUMIX TRANSMISSION OIL
TM-5-18 80-90APT GL-5**

Kholikov M.S. ¹, applicant;

Yunusov M.Yu.², candidate of technical sciences, associate professor;

Sharifov D.A. ², candidate of technical sciences;

Badalov A. ², Doctor of Chemistry, Professor

¹Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of NAS RT
(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

²Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi,
(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract: by tensimetry it has been found that in the range of 300–480K the process of vaporization of transmission oil Lumix TM-5-18 80-90APT GL-5 consists of three stages and their thermodynamic gross characteristics have been determined.

Keywords: tensimetry, vaporization, transmission oil, barogram, thermodynamic gross characteristics.

В условиях высокогорья (от 800 до 3000 метров над уровнем море) влияние отрицательных факторов на бесперебойную и эффективную работу дорогостоящих механизмов и машин - карьерной техники, транспорта с дизельными

двигателями различных мощностей, строительно-дорожных машин и конструкций становится более интенсивным. Эти воздействия приводят к частому нарушению ритмичной работы техники, к потере мощности и загрязнению окружающей среды.

В условиях высокогорий гидравлические системы механизмов и машин, имеющие значительное число взаимодействующих элементов часто выходят из строя и нарушают бесперебойную работу техники. Среди факторов, которые нарушают бесперебойную работу и приводят к потере мощности карьерного оборудования с гидрообъемными трансмиссиями, важнейшими являются вязкостно-температурные характеристики рабочей жидкости (РЖ). Установлено, что примерно 75% всех неисправностей является следствием трех факторов: загрязнения рабочей жидкости, насыщения ее воздухом и нагрева [1]. Основными источниками отказа гидрообъемной трансмиссий являются перегрев и загрязнение РЖ. Высокая температура оказывает наибольшее воздействие на срок службы РЖ при наличии в последней загрязнений и продуктов износа [2].

В продолжение исследований [3,4], посвящённых процессу парообразования технических масел в данной работе приведены результаты исследования процесса парообразования трансмиссионного масла марки Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5. Исследование проведено методом тензиметрии в интервале температур 300–480 К в равновесных условиях. Для достижения равновесия в системе каждая изотермическая точка на кривой зависимости давления пара от температуры (барограмма) выдержана в течение 20-24 часов до достижения неизменности давления в течение двух часов. Барограммы процесса парообразования масел, полученные при прямом (нагреве) и обратном (охлаждение) ходах не совпадают, даже при многократном увеличении времени выдержки, которое составляет более 70 часов. Обработанные, таким образом, масла приобретают более тёмную окраску по сравнению с исходным образцом.

Барограмма процесса парообразования масло Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5 в изученном температурном интервале имеет многоступенчатый характер (рисунок). Барограмма состоит из трёх ступеней: первая ступень протекает в интервале температур 300-348 К, вторая – 358-380 К и третья – 438-455 К.

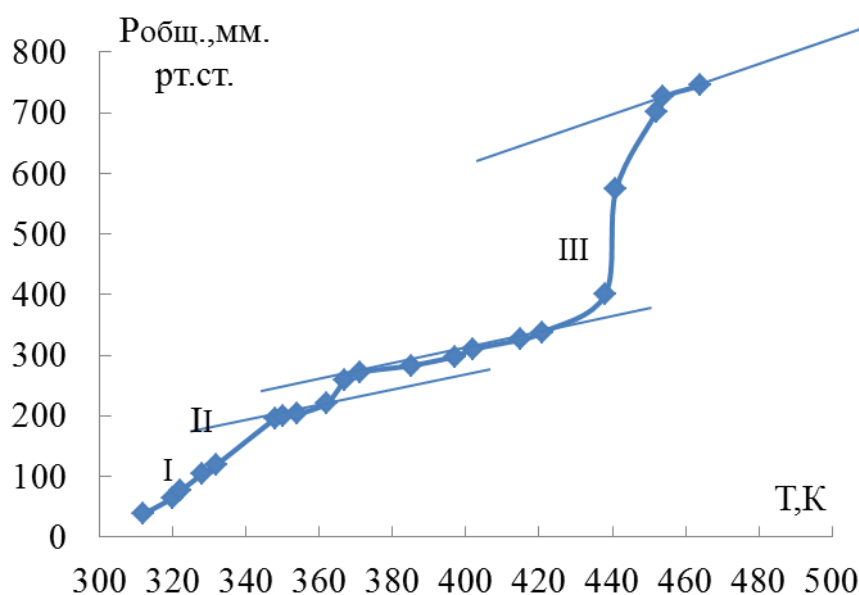


Рис. Барограмма процесса парообразования технического масла марки Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5

Экспериментальные данные, приведённые в виде зависимости LgP от обратной температуры ($1/T \cdot 10^3$) в изученном интервале температур 300–480 К состоит из трёх прямых линий, которые соответствуют ступеням процесса парообразования масла. Давление пара последующих ступеней определено путём вычета из общего давления давлению предыдущих ступеней. Обработка данных для каждой ступени произведена по методу наименьших квадратов с использованием значения t -коэффициента Стьюдента при 95-% доверительном интервале.

По полученным уравнениям прямых линий, которые приведены в таблице, рассчитаны термодинамические брутто – характеристики – энтальпия (ΔH , кДж/моль), энтропия (ΔS , Дж/моль·К) и энергия Гиббса (ΔG , кДж/моль) всех ступеней процесса парообразования исследуемого масла (таблица).

Известно, что при образовании одной моли парообразного продукта энтропия системы возрастает и её изменение составляет в среднем $\Delta S \approx 22$ Дж/моль·К. Исходя из значений изменения энтропии (ΔS) отдельных стадий, можно предполагать, что на первой стадии выделяется 1,5 моль, на второй – пять, на третьей – три моля продуктов парообразования. По значению стандартной энергии Гиббса по формуле $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ можно определить начальную температуру самопроизвольного протекания отдельных стадий процесса. Этому состоянию соответствует нулевое значение энергии Гиббса.

Таблица

Уравнения барограмм и термодинамические характеристики ступеней процесса парообразования масла марки Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5

Ступени	$\Delta T, K$	Коэффициенты уравнения $LgP_{(at)} = B - A \cdot 10^3/T$		Термодинамические характеристики		
		A	B	ΔH_T° , кДж/моль	ΔS_T° , Дж/моль*К	ΔG_T° , кДж/моль
I	300– 348	1,79±0,04	4,59±0,08	8,19±0,2	34,18±0,4	-2,0±0,4
II	358– 380	9,87±0,05	25,59±0,09	45,15±0,2	117,07±0,4	3,3±0,4
III	438– 455	6,22±0,04	13,46±0,08	28,46±0,2	61,60±0,4	1,5±0,4

Литература:

1. Селезнев М. В., Холманов В. М., Глущенко А. А. Изменение кинематической вязкости трансмиссионного масла в агрегатах трансмиссии при эксплуатации автомобилей КамАЗ // В сборнике: Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. -2013. - С. 97-99.

2. Корнев А. Ю. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки композиции аналога трансмиссионного масла: диссертация ... кан. техн. наук: 05.20.03. - Мичуринск - Научоград, 2007. - 207 с.: ил. РГБ ОД, 61 07-5/3573.

3. Шарифов Д.А., Халилов И.Х., Юнусов М.Ю., Нажмутдинов Ш.З., Тощев М.А., Бадалов А./ Исследование процесса парообразования моторного масла дизельных двигателей. Горные науки и технологии, сер. горные машины, транспорт и машиностроение, Россия, Москва, МИСиС, нац. иссл. технол. универс. - 2018. - №1. - с.99 – 107.

4. Шарифов Д.А., Халилов И.Х., Юнусов М.Ю., Бадалов А. Термодинамические характеристики процесса испарения трансмиссионного масла марки ТЭП-15. Политехнический Вестник: сер. Интеллект. Инновации. Инвестиции, №1 (41), 2018. с.54-60.

УДК 541.11

СИНТЕЗ ЭТИЛЕН-ДИАМИДО-ДИИЗОПРОПИЛЕН-О,О'-ДИНАТРИЙ-ДИФОСФОНАТА, ОБРАЗУЮЩЕГО КОМПЛЕКСЫ С ИОНАМИ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ

Овчинников В.В., доктор химических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Городские службы используют для очистки воды от солей различных металлов нитрилотрифосфонат цинка (NTPZn). Этот антинакипин 3-го

класса опасности при использовании при высокой температуре в бойлерах выделяет опасные вещества - цианиды. Вещество этилен-диамидо-диизопропилен-О,О'-динатрий-дифосфонат (EDDDP) имеет 4-ый класс опасности и синтезирован с хорошим выходом для целей увеличения качества технической дренажной воды через реакцию конденсации между 1-метилакриловой кислотой и 1,2-этилендиамином и реакцией Пудовика полученного соединения с динатрий-фосфористой кислотой.

Ключевые слова: техническая вода, жесткость воды, щелочность, фосфорное соединение, анти-накипин, эффективность, класс опасности

SYNTHESIS OF ETHYLENE-DIAMIDO-DIISOPROPYLEN-O,O'- DINATRIUM-DIPHOSPHONATE, FORMING THE COMPLEXES WITH IONES CALCIUM AND MAGNESIUM

Ovchinnikov V.V., doctor of chemical sciences, professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: City services use zinc nitrile triphosphonate (NTPZn) to purify water from salts of various metals. When used at high temperatures in boilers, this anti-scale of the 3rd hazard class releases dangerous substances - cyanides. The substance ethylene diamido-diisopropylene-O, O' -dinatrium-diphosphonate (EDDDP) has a 4th hazard class and is synthesized with a good yield for the purpose of increasing the quality of technical drainage water through the condensation reaction between 1-methylacrylic acid and 1, 2-ethylenediamine and the Pudovik reaction of the obtained compound with dinatrium-phosphoric acid.

Keywords: technical water, rigidity of water, alkali properties, phosphoric compound, anti scum, effectivity, class of danger

Комплексообразующие вещества с фосфоросодержащими фрагментами в их структурах часто могут быть использованы для извлечения ионов металлов для получения, например, питьевой воды с лучшими качествами [1]. Так, нитрилотрифосфонат цинка (NTPZn) часто использовался в качестве средства для очистки от солей металлов в системах городского теплоснабжения [2]. Анализ таких литературных данных показал, что вещества со свойствами извлечения металла (например, Ca, Mg или Fe) должны иметь в составе от одной до трех фосфорных групп $=P(O)-$ и азота $(-NHR)$, содержащих фрагменты.

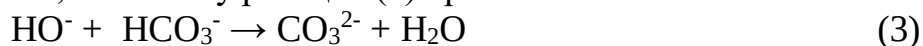
Принимая во внимание выгодные, дешевые и экологические условия, мы провели синтез требуемого экстрагента для целей теплоэнергетических систем управления городским хозяйством. Синтез этилен-диамидо-диизопропилен-О,О'-динатрий-дифосфоната (EDDDP) проводили в несколько стадий. На первой из них проводили процесс конденсации между 1-метилакриловой кислотой (I, 28.7 г, 0.67 моль) и 1, 2-этилендиамином (II, 20.02 г, 0.33 моль) с образованием диметилдиакрилэтилендиамида (III, 60,2 г, выход 92,3%) при комнатной

Таблица 1

Данные анализа технической воды ($\text{мгг} \cdot \text{л}^{-1}$) города Казани.

№ теста	Химический состав технической воды				
	$A_0 \cdot 10^{-3}$	$\text{Ca} \cdot 10^{-3}$	$\text{Mg} \cdot 10^{-3}$	pH	$A_0 \cdot 10^{-3}$
1	6.26	4.16	2.10	7.32	1.8
2	8.42	4.88	3.54	8.46	2.1
3	7.51	4.36	3.15	7.28	1.6
4	6.48	3.76	2.92	7.93	1.2

Общее щелочное свойство (A_0) воды определяли как сумму гидроксильных ионов и анионов слабых кислот [6]. Этот важный параметр определяли путем титрования воды в испытании с компонентом фенолфталейном (ФФ) в первой степени, а затем метилоранжином (М). Такое разделение при титровании позволяет очень точно определить количество отдельных компонентов общей щелочи воды, когда ФФ находится между $0.2 < \text{М}$ и $\text{pH} < 9.5$. Кроме того, ионы HO^- и HCO_3^- не могут существовать вместе, поскольку реакция (3) протекает в смеси.



Принимая во внимание все упомянутые выше, исследования свойств, применимости и эффективности уже синтезированного EDDDP проводились таким образом при тех же условиях, которые указаны в таблице 1 (концентрация Ca, Mg, общая жесткость и щелочные свойства).

Дополнительными расчетами был определен показатель опасности К для ЭДДП степени накипеобразования. Он равен 4.02; по этой причине этот анти-накипеобразователь относится к 4-ой степени опасности [7]. Установка класса опасности выполнена соответственно "Критериям отнесения отходов к классам опасности для окружающей среды", утвержденным министерством природных ресурсов Российской Федерации с 2000 года [9].

Литература:

1. Овчинников, В.В. Повышение качества технической и питьевой воды, обусловленное образованием комплексов аминокислот с ионами кальция и магния / А.А. Кулаков // Изв. Вузов. Химия и хим.технология. - 2018. - Т. 61. Вып. 6. - С. 109-112. DOI: 10.6060/tcct.20186106.5691
2. Боднар, Ю.Ф. Применение фосфорорганических соединений для борьбы с накипеобразованием в оборотных системах охлаждения / В.П. Маклакова, Р.К. Гронский, Р.К. [и др] // Теплоэнергетика. - 1976. - Вып 1. - С.70-73.
3. Коновалова, И.В. Реакция Пудовика / Л.А. Бурнаева // Казань: Изд-во Казанского ун-та. - 1991. - 147 с.
4. Лаптева, Л.И. Способ получения этилиден-диамидо-диизо-пропилиден-О,О'-динатрий-дифосфоната / В.В. Овчинников // Патент РФ № 2600549. - 2016. - Б.И. - 2016. - № 29.
5. Фритц, Дж. Количественный анализ / Шенк Г. // М.: Мир. - 1978. - 557 с.
6. Лифшиц, О.В. // Справочник по водоподготовке котельных установок // Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: «Энергия». - 1976. - 288 с.

7. Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей природной среды. // Министерство природных ресурсов РФ. М.: - 2000.

УДК 661.728.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ УСТАРЕВШИХ ПОРОХОВ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ

Романова С. М., кандидат химических наук, доцент;

Сабирова Д. И., кандидат химических наук, ассистент;

Мадякина А. М., кандидат химических наук, доцент;

Хафизова Д. Р., обучающийся

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: с целью получения нового полимерного материала на основе устаревших пироксилиновых порохов было исследовано химическое взаимодействие нитрата целлюлозы с мочевиной. Получены высокомолекулярные продукты, химический состав и структура которых установлены на основании современных физико-химических методов анализа.

Ключевые слова: утилизация пироксилиновых порохов, нитрат целлюлозы, нуклеофильное замещение, мочевины, химическая модификация

THE RESEARCH OF THE OPPORTUNITY OF OUTDATED POWDERS RECYCLING BY CHEMICAL MODIFICATION

Romanova S.M., PhD in Chemistry, associate professor;

Sabirova D.I., PhD in Chemistry, assistant;

Madyakina A.M., PhD in Chemistry, associate professor;

Khafizova D. R., student

The Kazan National Research Technological University
(Kazan, Russian Federation)

Annotation: In order to obtain a new polymer material based on outdated pyroxylinic powders the chemical interaction between cellulose nitrate and urea was studied. High molecular weight products were obtained, which chemical composition and structure were established on the basis of modern physicochemical methods of analysis.

Keyword: pyroxylin powders recycling, cellulose nitrate, nucleophilic substitution, urea, chemical modification

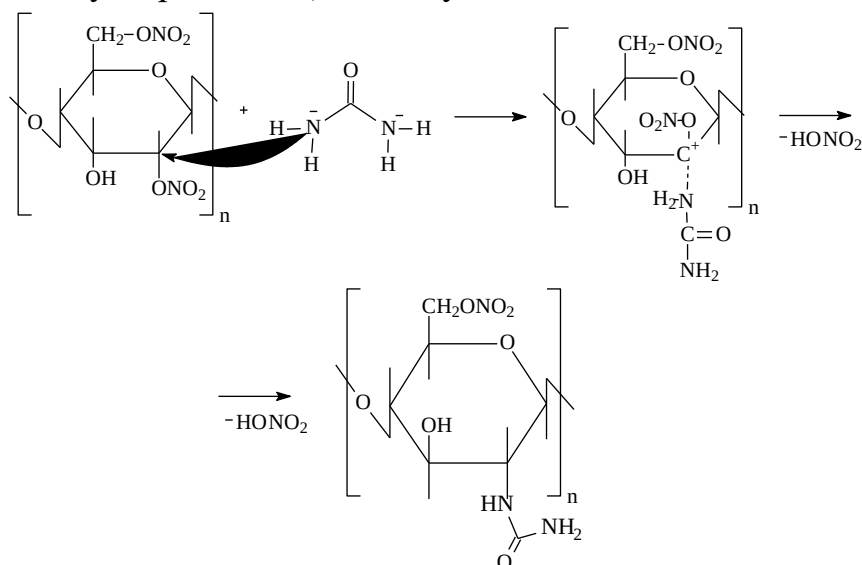
На данный момент интенсивно ведутся разработки по новым методам рециклизации нитратцеллюзных порохов, извлеченных из отработанных боеприпасов, методом их физико-химической и химической модификации. Их перерабатывают в промышленные взрывчатые вещества, новые пороха для военной

промышленности, лаки, клеи, эмали, линолеум, влагостойкие и антикоррозийные покрытия и др. [1, 2].

Актуальным методом модификации азотнокислых эфиров целлюлозы является замещение его функциональных групп иными группами, путем осуществления реакций нуклеофильного и электрофильного замещения, позволяющих получать полимерные материалы с отличными от исходного нитрата целлюлозы (НЦ) эксплуатационными и энергетическими характеристиками [3, 4]. Целью работы является изучение реакции НЦ с мочевиной при различных условиях и выявление основных направлений взаимодействия, для получения и дальнейшего использования модификата. Введение карбамидных фрагментов в структуру полимерной цепи может придать полимеру новые полезные свойства, например, термическую устойчивость, биоцидность и пластичность.

Для прогнозирования направлений реакции между НЦ и мочевиной были проведены квантово-химические расчеты зарядов на атомах карбамида в программе Gaussian 09 методом Хартри-Фока PRHF в базисе 6-31G(d). С использованием метода граничных молекулярных орбиталей, принцип действия которого заключается в том, что положительное значение энергии нижней вакантной молекулярной орбитали (LUMO) определяет нуклеофильные свойства реагента, а отрицательное значение – электрофильные свойства, было установлено, что карбамид является нуклеофилом ($E(\text{LUMO})=0,149$ Хартри).

Наибольшим отрицательным зарядом в молекуле карбамида и его производных обладают атомы азота, что указывает на наибольшую вероятность нуклеофильной атаки углеродов НЦ по следующей схеме:



В качестве исходного полимера, подлежащего химической модификации, использовали азотнокислый эфир целлюлозы с эмпирической формулой элементарного звена $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{0,60}(\text{ONO}_2)_{2,40}$ с содержанием азота $\text{N}=12,50\%$.

Химическое взаимодействие НЦ с карбамидом проводилось в гомогенной среде диметилсульфоксида (ДМСО), который является биполярным апротонным растворителем и обеспечивает максимальную нуклеофильность анионным

нуклеофилам в связи с отсутствием у них сольватной оболочки, за счет чего реакции нуклеофильного замещения происходят на несколько порядков быстрее, чем в протонном растворителе.

Реакции проводили при температуре 70 °С и различном времени выдержки (2, 3, 5 часов). В результате эксперимента были получены продукты, которые представляют собой мелкодисперсные порошкообразные вещества белого цвета, хорошо растворимые в ацетоне, этилацетате, диметилформамиде, ДМСО и нерастворимые в воде и спирте.

На основании элементного анализа на содержание углерода, водорода, азота были составлены эмпирические формулы продуктов реакции (таблица 1).

Таблица 1

Результаты взаимодействия НЦ с карбамидом

№	Условия реакции		Выход, %	Характеристическая вязкость [η], см³/г	Количество азота нитратных групп, %	Элементный анализ продуктов реакции						
	τ, ч	t, °C				Вычислено, %			Рациональная формула элементарного звена	Найдено, %		
						С	Н	N		С	Н	N
НЦ			95	2,70	12,50	31,10	3,71	12,50	C ₆ H ₇ O ₂ (OH) _{0,60} (ONO ₂) _{2,40}	31,23	3,76	12,49
1	2	70	95	1,86	10,58	28,82	3,27	12,74	C ₆ H ₇ O ₂ (OH) _{0,85} (ONO ₂) _{1,95} (NH ₂ CONH) _{0,20}	29,15	3,10	12,52
2	3		83	1,54	9,84	29,46	3,44	13,73	C ₆ H ₇ O ₂ (OH) _{0,82} (ONO ₂) _{1,82} (NH ₂ CONH) _{0,36}	29,88	3,15	14,11
3	5		69	1,25	9,00	30,51	3,65	13,55	C ₆ H ₇ O ₂ (OH) _{0,97} (ONO ₂) _{1,62} (NH ₂ CONH) _{0,41}	30,19	4,02	13,59

Для подтверждения химического строения элементарных звеньев полученных продуктов и изучения их свойств применяли различные физико-химические методы анализа: ИК и ЯМР ¹H-спектроскопия, вискозиметрический анализ.

В ИК-спектрах конечных продуктов помимо полос поглощения, характеризующих колебания функциональных групп НЦ, наблюдаются полосы поглощения, отнесенные к колебаниям карбамидного фрагмента: 1633-1653 см⁻¹ – колебания связей CON; 3417-3658 см⁻¹ – группы N–H. Следует отметить, что на спектрах продуктов полосы, соответствующие колебаниям углеродного скелета, значительно деформированы по сравнению со спектром НЦ, что вероятнее всего указывает не процессы деструкции полимерных цепей.

Спектры ЯМР ¹H полимера имеют сигналы (м. д.): 5,82-5,86 (³H), 5,12-5,14 (²⁴H), 4,80-4,82 (⁶H), 4,02-4,03 (¹⁵H), соответствующие протонам глюкопиранозного кольца НЦ; 3,70-3,78 – протонам гидроксильных групп; 1,23-1,24 (H–CH–O); 6,04 – сигнал, соответствующий протонам (–NH) группы карбамида. Наличие в спектрах продуктов реакции сигналов, соответствующих протонам NH – группы подтверждает введение в структуру полимера фрагментов карбамида.

Данные вискозиметрического анализа показали, что характеристическая

вязкость модифицированных эфиров целлюлозы, значительно снижается по сравнению с вязкостью исходного НЦ ($[\eta] = 2,70 \text{ см}^3/\text{г}$). При максимальном времени взаимодействия 5 часов и температуре 70°C у образца $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{0,97}(\text{ONO}_2)_{1,62}(\text{NH}_2\text{CONH})_{0,41}]_n$ вязкость раствора снижается до $[\eta] = 1,25 \text{ см}^3/\text{г}$. Это говорит о том, что в макромолекуле происходят глубокие деполимеризационные процессы по β -гликозидной связи, приводящие к разрыву макромолекулярной цепи с образованием низкомолекулярных соединений.

Полученные в ходе работы данные свидетельствуют о том, что в среде диметилсульфоксида при 70°C между НЦ и карбамидом протекает химическая реакция, которая характеризуется рядом процессов: замещением функциональных групп НЦ на фрагменты карбамида, частичным гидролизом нитратных групп, раскрытием глюкопиранозных колец и разрывом β -гликозидных связей с присоединением по концам полимерной цепи в положения C_1 и C_4 фрагментов карбамида, а также деполимеризацией цепи НЦ.

Синтезированный уреидонитрат целлюлозы был испытан в клеевой лаборатории ОАО «КВЗ» в качестве добавки к связующему материалу нитратцеллюлозного клея марки АК-20. Показано, что применение модификата в клеевых составах позволяет улучшить некоторые эксплуатационные свойства материала.

Литература:

1. Пат. 25/55903 РФ, МПК⁷ C08B15/06. Смешанные азотнокислые эфиры целлюлозы, содержащие сульфаниламидные группы, в качестве компонента состава лакокрасочных покрытий и способ их получения / В.И. Трескова, С.М. Романова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КНИТУ» - № 2157817; заявл. 24.03.2014; опубл. 10.04.2015.
2. Пат. 2659283 РФ, МПК C08B15/06. Способ получения азидонитрата целлюлозы / С.М. Романова, Д.И. Сабирова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КНИТУ». - № 2017116349; заявл. 10.05.2017; опубл. 29.06.2018.
3. Романова С.М. Реакции нитратов целлюлозы с гетероциклическими соединениями / С.М. Романова, Д.И. Павлова, А.М. Мадякина, М.В. Хузеев // Журнал Сибирского федерального университета. – Серия: Химия. – 2015. – Т. 8. - № 3. – С. 336-345.
4. Павлова Д.И. Химическая модификация нитрата целлюлозы бромпроизводным имидазола / Д.И. Павлова, А.М. Мадякина, Ишмаева Г.Ф., М.В. Хузеев // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. - № 23. – С. 135-138.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ МУСОР КАК НОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Тимофеева С.С.¹, доктор технических наук, профессор
Бадиенкова Г.М.², доктор медицинский наук, профессор
Шуплецова И.Д.³

¹ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский
технический университет»
(г. Иркутск, Российская Федерация)

²ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований
СО РАН (г. Ангарск, Российская Федерация)

³ФГБУ Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория
(г. Иркутск, Российская Федерация)

Аннотация: Фармацевтические препараты широко используются в медицинской практике для лечения и сохранения здоровья населения, а также для лечения, профилактики заболеваний и повышения продуктивности животных. Выполняя свои терапевтические функции, препараты выводятся из организма человека и животных вследствие естественной экскреции и поступают в окружающую среду. При этом они загрязняют сточные и природные воды, почвы, являются стойкими органическими соединениями, микрополлютантами и создают неучтенную экологическую нагрузку, по сути дела являются фармацевтическим мусором. Цель работы – проанализировать основные источники фармацевтического мусора в Байкальском регионе и разработать пути решения малоизученной экологической проблемы региона. В статье рассмотрены основные источники поступления фармацевтического мусора и подходы к решению этой проблемы.

Ключевые слова: лекарственные средства, фармацевтический мусор, экологическая нагрузка, Байкальский регион

PHARMACEUTICAL WASTE AS A NEW ENVIRONMENTAL PROBLEM OF THE BAIKAL REGION

Timofeeva S.S.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor
Badienkova G.M.², Doctor of Medical Sciences, Professor
Shupletsova I.D.³

¹Irkutsk national research technical University
(Irkutsk, Russian Federation)

²East Siberian Institute of medical and environmental research SB RAS
(Angarsk, Russian Federation)

³Irkutsk interregional veterinary laboratory
(Irkutsk, Russian Federation)

Abstract: Pharmaceuticals are widely used in medical practice to treat and maintain

the health of the population, as well as to treat, prevent diseases and increase the productivity of animals. Having fulfilled their therapeutic functions, the drugs are removed from the human and animal body due to natural excretion and enter the environment. At the same time, they pollute waste and natural waters, soils, are persistent organic compounds, micro-pollutants and create an unaccounted environmental load, in fact they are pharmaceutical waste. The purpose of this work is to analyze the main sources of pharmaceutical waste in the Baikal region and develop ways to solve the poorly studied environmental problem of the region. The article discusses the main sources of pharmaceutical waste and approaches to solving this problem.

Keywords: medicines, pharmaceutical waste, environmental load, Baikal region

Фармацевтические препараты широко используются в медицинской практике для лечения и сохранения здоровья населения, а также для лечения, профилактики заболеваний и повышения продуктивности животных. Выполнив свои терапевтические функции, препараты выводятся из организма человека и животных вследствие естественной экскреции [1-4] и поступают в окружающую среду. При этом они загрязняют сточные и природные воды, почвы, являются стойкими органическими соединениями, микрополлютантами и создают неучтенную экологическую нагрузку, по сути дела являются фармацевтическим мусором. Они могут накапливаться в объектах окружающей среды и возвращаться к человеку с питьевой водой и продуктами растениеводства и животноводства.

Первые исследования фармацевтического мусора в окружающей среде появились 60-70-ые годы XX столетия в Англии и Канаде, а со середины 90-х начались мониторинговые исследования микрополлютантов благодаря созданию и внедрению высокочувствительных, селективных методов хромато-масс-спектрометрии, позволяющие определять их в ультрамалых концентрациях. С начала XXI века фармацевтический мусор стали рассматривать как новую экологическую проблему, требующую незамедлительного решения. Особенно это проблема остро стоит на Байкальской природной территории, где до сих пор не проводятся целенаправленные исследования, а имеются весьма разрозненные сведения, выполняемые Иркутской межобластной ветеринарной лабораторией, осуществляющей контроль продуктов питания.

Проанализировав имеющиеся научные публикации [1-7] можно, констатировать, что основными источниками поступления фармацевтического мусора являются:

- животноводческие предприятия, предприятия по производству кормов, крупномасштабные молочные хозяйства, аквакультура, птицефабрики и т.д. Животноводство вносит микрополлютанты в окружающую среду путем прямого сброса отходов животноводства, содержащих частично метаболитированные лекарственные средства, поверхностных стоков с территории, внесением навоза, содержащего следовые количество препаратов, а также с результате прямого выпаса животных, которых лечили препаратами

- канализационные сточные воды системы водоотведения населенных

пунктов и сточные воды больниц, госпиталей;

-неиспользованные лекарственные средства из домашних аптек, оставшиеся невостребованными после завершения курса лечения, препараты с истекшим сроком действия, купленных с запасом. По истечении срока действия препараты выбрасываются вместе с бытовым мусором. Сбор неиспользованных лекарств не организован

-рост потребления лекарственных средств

- фармацевтические отходы предприятий по производству лекарственных средств.

Цель работы – проанализировать основные источники фармацевтического мусора в Байкальском регионе и разработать пути решения малоизученной экологической проблемы региона.

В Байкальском регионе источниками загрязнения окружающей среды являются животноводческие и птицеводческие предприятия, фермерские хозяйства. К числу крупных сельхозпредприятий в регионе относятся Усольский свиноплекс, Мегетская, Саянская птицефабрики и другие. При выращивании животных и птиц используются гормональные препараты, антибиотики, 75% которых выводится из организмов животных естественным путем. Гормоны применяются в ветеринарии и животноводстве для стимуляции развития животных, улучшения многоплодия, ускорения полового созревания, регламентации сроков беременности и т.д. Остатки антибиотиков обнаружены в навозе, растениях, выращенных на полях удобренных навозом, в почвах, подземных водах. В Байкальском регионе вся масса животноводческих отходов используется в качестве удобрения на полях, дачных участках и соответственно разносится дальше по экологической цепочке.

Анализ региональной структуры животноводства Байкальского региона по данным переписи 2016 года представлен в табл.1.

Таблица 1

Численность основных видов скота и птицы в Байкальском региона
на 1 июня 2016 (тыс. голов)[8]

Субъект	Хозяйства всех категорий	Сельскохозяй- ственные организации	Крестьянские (фермер- ские) хозяйства и индиви- дуальные предпринимате- ли	Хозяйства населения
Российская Федерация	19342,0	8598,1	5566,2	2922,8
Иркутская область	314,0	64,9	40,7	18,9
Республика Бурятия	378,3	57,6	6,0	48,5
Забайкальский край	503,8	47,9	11,1	33,4

Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория проводит контроль за содержанием лекарственных остатков в продуктах питания, это связано, прежде всего, с желанием предотвратить попадание в первую очередь антибиотиков в мясо-молочную продукцию.

Масштабы поступления антибиотиков в окружающую среду оценить достаточно проблематично, так как нет официальной статистики ветеринарных препаратов и практически не исследованы процессы миграции и трансформации их в окружающей среде, а также вопросы здоровья населения региона, получающего неконтролируемые дозы антибиотиков с питьевой водой и продуктами питания, т.е. экологические риски населения, живущего на территории Байкальского региона.

Для решения данной проблемы в рамках научной школы «Техногенные риски Байкальского региона» создан научный консорциум с участием Иркутского национального исследовательского технического университета Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований СО РАН и Иркутской межобластной ветеринарной лаборатории.

С точки зрения участников консорциума проблему фармацевтического мусора в Байкальском регионе нужно решать по следующим направлениям:

1. Создание системы сбора лекарственных средств, остающихся у населения. При отсутствии организованной системы сбора оставшихся лекарств, они выбрасываются в канализацию или вместе с бытовым мусором. Со свалок они разносятся животными, птицами или мигрируют в ливневые, снеговые, поверхностные и подземные воды.

2. Проведение информационно - просветительской работы с населением, сотрудниками учреждений здравоохранения и другими о загрязнении окружающей среды фармацевтическим мусором;

3. Разработка и внедрение систем очистки сточных вод, позволяющие удалять микрополлютанты при учете неравномерного их поступления. Действующие сегодня очистные сооружения не предусматривают очистки от микрополлютантов, часть из них концентрируется в осадках сточных вод, которые складываются на полях фильтрации, другая транзитом проходит и поступает в реки.

4. Оценка экологических рисков оригинальных и модифицированных лекарственных средств. Создание по примеру Нидерландов он-лайн базы лекарственных средств, применяемых на территории с указанием экологических рисков.

5. Расширение ответственности производителей препаратов на всем жизненном цикле от производства до утилизации и обезвреживания.

6. Разработка лекарственных средств, имеющих безопасные для окружающей среды свойства.

7. Законодательное регулирование использования ветеринарных лекарственных средств в сельском хозяйстве

8. Стимулирование использования альтернативных безопасных ветеринарных препаратов, в том числе кормовых добавок - пробиотиков и пребиоти-

ков, повышающих иммунитет животных

9. Развитие органического сельского хозяйства

Литература:

1. Felicity T. Фармацевтические отходы в окружающей среде: взгляд с позиций культуры// Панорама общественного здравоохранения, 2017, 3(1): 1-140. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0011/334397/10-Pharmaceutical-waste-environment-ru.pdf
2. Мухутдинова А.Н., Рычкова М.И., Тюмина Е.А., Вихарева Е.В. Фармацевтические соединения на основе азотсодержащих гетероциклов – новый класс загрязнителей окружающей среды// Вестник Пермского Университета, 2015, Вып. 1: 65-76
3. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Мазанко М.С. Экологические последствия загрязнения почв антибиотиками// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2013, 15, 3(4).
4. Европейский региональный комитет ВОЗ/ Резолюция EUR/RC61/14: Европейский стратегический план действий по проблеме устойчивости к антибиотикам. Копенгаген: Европейский региональный комитет; 2011 (http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0011/147737/wd14R_AntibioticResistance_111383_lko.pdf?ua=1, по состоянию на 4 февраля 2017 г).
5. Antoine Gosset, Philippe Polomé, Yves Perrodin. Ecotoxicological risk assessment of micropollutants from treated urban wastewater effluents for watercourses at a territorial scale: Application and comparison of two approaches International// Journal of Hygiene and Environmental Health, Vol. 224, March 2020, 113437 <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113437>
6. Muhammad Arslan, Inaam Ullah, Jochen A. Müller, Naeem Shahid, Muhammad Afzal. Organic Micropollutants in the Environment: Ecotoxicity Potential and Methods for Remediation In book: Enhancing Cleanup of Environmental Pollutants - Biological Approaches Edition: 1 Chapter: Chapter 5 Publisher: Springer International Publishing Editors: Naser Anjum, Saravjeet Gill, Narendra Tuteja Projects: Effect of Selected Organic Micro-Pollutants (OMPs) on Plant Ecology Organic Micropollutants (OMPs) in the Environment: Phytotoxic Potential and Risks for Plant Microflora May 2017
DOI: 10.1007/978-3-319-55426-6
7. Kurwadkar et al.; Emerging Micro-Pollutants in the Environment: Occurrence, Fate, and Distribution ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2015.
8. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т./Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. Т. 5: поголовье сельскохозяйственных животных: кн. 1.: поголовье сельскохозяйственных животных. Структура поголовья сельскохозяйственных животных. – 450 с.: с https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VSHR%202016_T5_k1_web.pdf

УДК 536.544.2.665.76(575.3)

ПРОЦЕСС ПАРООБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСЛА CASTROL MAGNATE DIESEL 10W-40

Холиков М.С.¹, соискатель;

Халилов И.Х.², соискатель;

Нажмуудинов Ш.З.¹, к.т.н.;

Бадалов А.², доктор химических наук, профессор

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН

(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

²Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими,

(г. Душанбе, Республика Таджикистан)

Аннотация: методом тензиметрии установлено, что процесс парообразования технического масла Castrol magnate diesel 10w-40 в интервале температур 290–550 К протекает в трёх ступеней в равновесных условиях.

Ключевые слова: тензиметрия, парообразование, техническое масло, барограмма, ступенчатый характер, равновесные условия.

VAPORIZATION PROCESS OF TECHNICAL OIL CASTROL MAGNATE DIESEL 10W-40

Kholikov M.S. ¹, applicant;

Khalilov I.Kh. ², applicant;

Nazhmudinov Sh.Z. ¹, candidate of technical sciences;

Badalov A. ², Doctor of Chemistry, Professor

¹Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of NAS RT

(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

²Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi,

(Dushanbe, Republic of Tajikistan)

Abstract: by tensimetry method it has been found that the process of vaporization of technical oil Castrol magnate diesel 10w-40 in the temperature range of 290-550K proceeds in three stages under equilibrium conditions.

Keyword: tensimetry, vaporization, industrial oil, barogram, stepwise character, equilibrium conditions.

Доминирующими отраслями промышленности Республики Таджикистан являются гидроэнергетика и горнорудная промышленность, в которых в высокогорных условиях эксплуатируются мощные, дорогостоящие механизмы, машины и карьерная техника. Обеспечение бесперебойной и эффективной работы карьерной техники, транспорта с дизельными двигателями различных мощностей, строительно-дорожных машин и конструкций зависит от подбора и режима эксплуатации универсальных технических масел (ТМ) и смазочных материалов (СМ), выдерживающих аномальные условия эксплуатации.

Изучение и наличие достоверных данных о физико-химических и термических свойствах ТМ и СМ являются основой правильного подбора их, в зависимости от условий эксплуатации, эффективной работы техники в высокогорных условиях [1,2].

Процесс парообразования моторного масла, происходит не только в двигателях внутреннего сгорания под воздействием высоких температур горючих газов камеры сгорания. В условиях жаркого климата Таджикистана данное явление наблюдается из-за прямого попадания солнечных лучей на поверхность емкостей для хранения и транспортировки данного вида нефтепродукта, что представляет серьёзную угрозу окружающей среде.

Настоящая работа является продолжением работ [3,4]. В ней приведены результаты исследования процесса парообразования технического масла марки Castrol magnate diesel 10w-40 тензиметрическим методом с мембранным нульманометром. Исследование проведено в неравновесных и равновесных условиях. Исследование процесса парообразования технического масла марки Castrol magnate diesel 10w-40 в неравновесных условиях проведено с целью подбора условий проведения эксперимента и навески образцов. Для достижения равновесия в системе каждая изотермическая точка на кривой зависимости давления пара от температуры (барограмма) выдерживалась в течение 20-24 часов до неизменности давления пара в течение двух часов. Результаты измерения давления ($P_{общ.}$) парообразных продуктов процесса термического разложения технического масла Castrol magnate diesel 10w-40, проведённых в интервале температур 290–550 К, приведены в таблице.

Таблица. Экспериментальные данные процесса парообразования технического масла марки Castrol magnate diesel 10w-40

Т, °С	Т, К	Робщ., мм.рт.ст.	Т, °С	Т, К	Робщ., мм.рт.ст.	Т, °С	Т, К	Робщ., мм.рт.ст.
22	295	21	35		51	173		192
31	304	25	46		62	184		210
40		56	72		77	194		213
65		65	83		80	207		231
61		67	118		94	240		288
78		72	141		130	240		279
81		80	156		160	253		454
89		82	168		185	20		595
92		85	180		196	268		664
90		82	189		206			
			202		225			

Барограмма процесса парообразования масло Castrol magnate diesel 10w-40 в изученном температурном интервале состоит из трёх ступеней (рисунок 1): первая ступень протекает в интервале температур 290-350 К, вторая – 388-455 К и третья – 510-540 К.

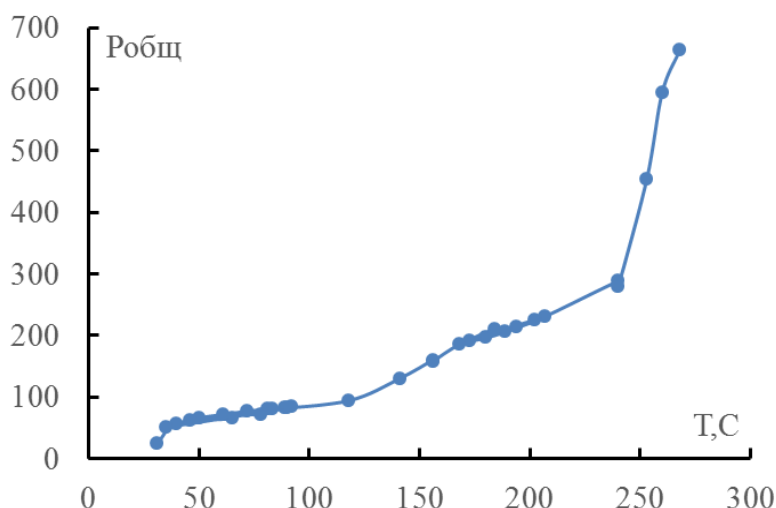


Рис. Барограмма процесса парообразования технического масла марки Castrol magnate diesel 10w-40

Экспериментальные данные, приведённые в виде зависимости $\lg P$ от обратной температуры ($1/T \cdot 10^3$) (рис. 2) в изученном интервале температур 290–550 К состоит из трёх прямых линий, которые соответствуют ступеням процесса парообразования масла. Давление пара последующих ступеней определено путём вычета из общего давления давления предыдущих ступеней. Обработка данных для каждой ступени произведена по методу наименьших квадратов с использованием значения t –коэффициента Стьюдента при 95-% доверительном интервале.

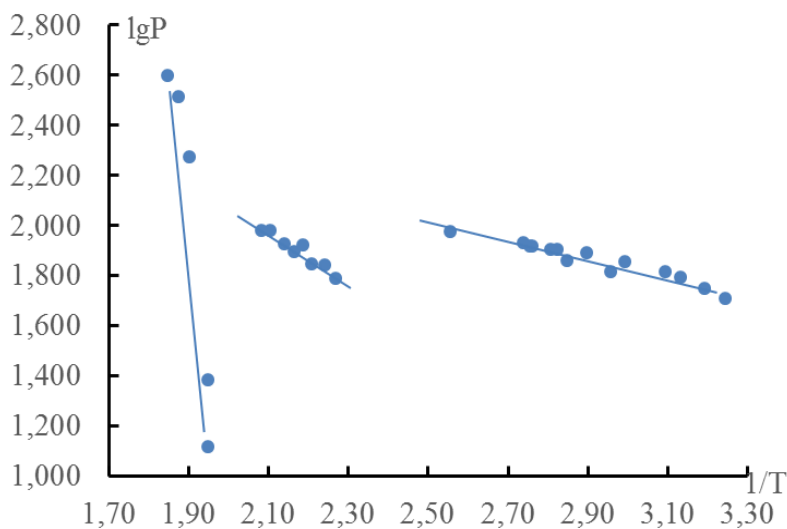


Рис. 2. Зависимость $\lg P$ от обратной температуры ступеней процесса парообразования масла марки Castrol magnate diesel 10w-40.

Литература:

1. Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / Евдокимов А.Ю. Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. – РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – М.: ГУП Издательство “Нефть и газ”, 2000. – 424 с.

2. Юнусов М.Ю., Джамалов А.А. Экологические аспекты рационального использования отработанных смазочных материалов в горных регионах // Тез. докл. международной конференции «Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития». – Душанбе, 1999. – С. 24 – 26.

3. Шарифов Д.А. Процесс парообразования моторного масла марки ТЭП-15 при равновесных условиях. //Д.А.Шарифов, С.К. Насриддинов, М.М. Сафаров, А. Бадалов. /Вестник Таджикского технического университета №3 (31), 2015, Душанбе, 2015, С.28-31.

4. Шарифов Д.А., Халилов И.Х., Юнусов М.Ю., Нажмутдинов Ш.З., Тошев М.А., Бадалов А./ Исследование процесса парообразования моторного масла дизельных двигателей. Горные науки и технологии, сер. горные машины, транспорт и машиностроение, Россия, Москва, МИСиС, нац. иссл. технол. универс. - 2018. - №1. - с.99 – 107.

УДК 504.75.06

МУТНОМЕР HI98713-02 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шавалеева С.М., кандидат химических наук, доцент,

Бурганов А.И., учащийся

ФГБОУ ВПО «Казанский национально-исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева»
(г. Казань, Российская Федерация)

Аннотация: Для определения содержания взвешенных веществ в сточных водах текстильного производства предложено использование Мутномер HI98713-02. Работа данного прибора основана на нефелометрическом методе измерения интенсивности света, рассеянного взвешенными частицами.

Ключевые слова: сточные воды, взвешенные вещества, текстильное производство, мутномер, мутность, негативное воздействие на окружающую среду.

USING OF TURBIDITY METER HI98713-02 FOR DETERMINING THE CONTENT OF SUSPENDED SOLIDS IN WASTEWATER FROM TEXTILE PRODUCTION

Shavaleeva S.M., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,

Burganov A.I., student

Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupoleva - KAI
(Kazan, Russian Federation)

Abstract: To determine the content of suspended solids in wastewater of textile production, it is proposed to use the HI98713-02 Turbidity Meter. The measuring by this device is based on the nephelometric method of measuring the intensity of light scat-

tered by suspended particles.

Keywords: waste water, suspended solids, textil production, turbidity meter, turbidity, negative impact on the environment.

Одним из загрязнителей промышленных сточных вод являются предприятия легкой промышленности, в частности, текстильное производство. Сточные воды текстильного производства содержат: взвешенные вещества, соединения фосфора и азота, металлов (железа, меди, цинка, никеля, хрома и др.), нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), сульфаты, хлориды, красители [1]. Очистка сточных вод от загрязнителей, и следовательно, контроль качества очистки, является актуальной задачей.

Для анализа суспензий, эмульсий, взвешенных частиц и других мутных сред применяются нефелометрический и турбидиметрический методы анализа. Нефелометрический метод определения концентрации основан на измерении интенсивности света, рассеянного взвешенными частицами. Интенсивность пучка света, проходящего через такую среду, уменьшается за счет рассеивания и поглощения света взвешенными частицами и подчиняется закону Рэлея [2]. Нефелометрический и турбидиметрический методы являются высокочувствительными, что особенно ценно по отношению к неокрашенным частицам или частицам, для которых цветные реакции отсутствуют. По точности нефелометрия и турбидиметрия уступают фотометрическим методам. Это связано, прежде всего, с трудностями получения суспензий с одинаковыми размерами частиц, стабильностью во времени и др.

В данной работе для определения содержания взвешенных веществ в сточных водах текстильного производства предлагается использовать прибор Мутномер HI98713-02. Авторами было проведено экспериментальное определение содержания взвешенных веществ в модельном образце раствора на указанном приборе.

На базе проведённого аналитического обзора методик определения содержания взвешенных веществ в водных растворах была выбрана методика МИ 2175-91 ГСИ. «Градуировочные характеристики средств измерений. Методы построения. Оценивание погрешностей» [3]. Растворы готовились по ГОСТ 4212-2016 Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа [4].

Первоначально был приготовлен стандартный раствор соли кальция, затем последовательным разбавлением приготовлены растворы с шагом 0,0001 г/мл, в которые затем добавлялся определенный фиксированный объем раствора осадителя. Визуально наблюдалось образование суспензии оксалата кальция белого цвета. В отдельной колбе была приготовлена суспензия с неизвестной концентрацией ионов кальция. На приборе Мутномер HI98713-02 была измерена оптическая плотность полученных растворов, на основании которых построен градуировочный график в координатах оптическая плотность-концентрация ионов кальция. Экстраполируя полученные экспериментальные данные по гра-

дуировочному графику на измеренную оптическую плотность раствора с неизвестной концентрацией с последующими математическими расчетами, было определено содержание взвешенных частиц в полученном растворе.

Удобство и точность данного метода позволяют рекомендовать применение прибора Мутномер HI98713-02 для определения содержания взвешенных частиц в сточных водах текстильного производства.

Литература:

1. ТИС по НДТ ИТС 0-2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.

2. Гоголь Э.В., Гумерова Г.И., Егорова О.С., Шавалеева С.М., Ктомас Б.Г. Учебно-методическое пособие для изучения теоретического и практического курса «Методы и приборы контроля объектов окружающей среды», Часть II / Казань, 2016. 196 с. <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2866/830.pdf/index.html>

3. МИ 2175-91 ГСИ. Градуировочные характеристики средств измерений. Методы построения. Оценивание погрешностей

4. ГОСТ 4212-2016 Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа

СОДЕРЖАНИЕ

Направление 1. Инженерная защита окружающей среды	3
<i>Алексеева А.А., Степанова С.В., Салимова И.Э.</i> Очистка модельных вод от ионов меди кислотомодифицированными образцами плодовых оболочек зерен пшеницы	3
<i>Белозерова Е.А., Красногорская Н.Н.</i> Применение объектов малой гидроэнергетики для интенсификации процессов самоочищения рек	6
<i>Власов А.С., Пугин К.Г.</i> Исследование физико-механических свойств асфальтобетона с применением в его составе бурового шлама	9
<i>Гаджиева В.А., Мирошниченко Ю.С., Мясоедова Т.Н.</i> Сорбционная активность и регенерация сорбентов на основе гуминовых веществ	13
<i>Галимова А.Р., Тунакова Ю.А., Мингазетдинов И.Х.</i> Разработка комбинированного устройства для очистки выбросов г. Нижнекамска	17
<i>Гаптуллин А.Н., Галимова А.Р.</i> Применение ионообменного аппарата для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	22
<i>Гречина А.С., Степанова С.В., Шайхиев И.Г.</i> Использование модифицированной соломы гречихи в качестве сорбента для очистки водной поверхности от нефти	25
<i>Зайнуллин А.М., Юнусова Г.В.</i> Исследование биологической очистки сточных вод на городских очистных сооружениях	28
<i>Кирсанов В.В., Филиппов А.Н.</i> Повышение биодеструкции загрязнений сточных вод химического предприятия в аэротенке с совмещенной зоной регенерации изменением технологической схемы распределения активного ила и сточных вод	31
<i>Конн В.Ю., Мясоедова Т.Н.</i> Исследование сорбционной способности сорбента на основе полианилина по отношению к органическим красителям	34
<i>Кирсанов В.В., Ахметзянова Т.С.</i> Расчет возраста активного ила в различных условиях эксплуатации биоочистки производственных сточных вод химического предприятия	37
<i>Кузнецова А.Д., Мушаратов Р.Н., Смирнова С.В.</i> Проблема загрязнения снежных масс и пути ее решения	39
<i>Ле Х.Т., Хабибуллин Р.Э., Петров А.М.</i> Исследование эффективности анаэробной очистки сточных вод, образующихся при переработке молока	42
<i>Кирсанов В.В., Бутузова Ю.А.</i> Интенсификация деэмульгирования гидрофильных эмульсий (углеводороды в производственных сточных водах химического предприятия) способом 2 ^х -ступенчатой нейтрализации	46
<i>Мингазетдинов И.Х., Галимьянова Г.Р.</i> Очистка сточных вод во флотационном отстойнике	49

<i>Кирсанов В.В., Филиппов А.Н.</i> Мутагенез и мониторинг мутагенной активности очищенной сточной воды на примере работы БОС химического предприятия	52
<i>Мингазетдинов И.Х., Осипова И.В.</i> Проектирование параметров напорного фильтра для очистки сточных вод от взвешенных веществ	56
<i>Кирсанов В.В., Ахметзянова Т.С.</i> Моделирование процесса биоочистки илами разных возрастов для определения эффективности биоочистки производственных сточных вод химического предприятия	59
<i>Миндубаев А.З., Бадеева Е.К., Бабынин Э.В.</i> Биодеградация аллотропных модификаций фосфора	64
<i>Муртазина А.И., Шипилова Р.Р., Валиев В.С.</i> Оценка вероятности уровня загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях в г. Казани	67
<i>Кирсанов В.В., Бутузова Ю.А.</i> Повышение эффективности разделения и локализации нерастворенных углеводородов в производственных сточных водах химического предприятия в реконструированных усреднителях с диагональным лотком	73
<i>Мингазетдинов И.Х., Смирнова С.В., Серов С.Ю.</i> Рычажный дозатор в системах очистки промышленных сточных вод	77
<i>Николаева Л.А., Исхакова Р.Я.</i> Повышение надежности эксплуатации систем очистки сточных вод Кармановской ГРЭС	79
<i>Николаева Л.А., Айкенова Н.Е.</i> Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий от фенола карбонатным шламом	83
<i>Николаева Л.А., Аджигитова А.А.</i> Использование отходов потребления в технологиях очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	85
<i>Кирсанов В.В., Филиппов А.Н.</i> Расчет рабочего объема аэротенка на основе водного и массового балансов	89
<i>Кирсанов В.В., Ахметзянова Т.С.</i> О регенерации активного ила на примере работы БОС химического предприятия	93
<i>Кирсанов В.В., Ахметзянова Т.С.</i> Характеристика качества воды р. Волги по показателям зоопланктона на сбросе СВ химического предприятия, выше и ниже сброса	97
<i>Кирсанов В.В., Ахметзянова Т.С.</i> Характеристика качества воды р. Волги по показателям зоопланктона на сбросе СВ химического предприятия, выше и ниже сброса	100
<i>Кирсанов В.В., Бутузова Ю.А.</i> Определение самоочищающей способности воды в р. Волге в зоне воздействия выпуска очищенной СВ ПАО «Казаньоргсинтез»	103
<i>Кирсанов В.В., Бутузова Ю.А.</i> Характеристика качества воды в р. Волге в зоне воздействия выпуска очищенной СВ ПАО «Казаньоргсинтез» воды по показателям фитопланктона	107

<i>Мингазетдинов И.Х., Сибгатуллина О.С., Галимьянова Г.Р.</i>	
Центробежно-тонкослойная очистка сточных вод с использованием коагулянтов	111
<i>Порсев Ю.А., Попов С.Ю.</i> Утилизационная способность компьютерной и оргтехники	114
<i>Сабирьянова Г.В., Амельченко М.О.</i> Влияние промышленных стоков Кармановской ГРЭС на окружающую среду	118
<i>Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Бомба И.В.</i> Органоминеральный сорбент для очистки многокомпонентных сточных вод	121
<i>Смирнова С.В., Мингазетдинов И.Х., Розанов Г.Б.</i> Устройство для синтеза биогаза из органических отходов	124
<i>Насруллоев Ф.Х., Кобулиев З.В., Тагоев С.А.</i> Комплексная переработка золошлаковых отходов душанбинской тэц-2	128
<i>Насруллоев Ф.Х., Сафаров М.М., Тагоев С.А.</i> Физико-механические свойства строительных материалов с добавками золошлаковых отходов Душанбинской ТЭЦ-2	132
<i>Хабибрахманова А.И., Шулаев М.В., Югина Н.А.</i> Исследование очистки сточных вод в анаэробных условиях при внесении биологически активных веществ	136
<i>Хуснутдинова Э.М., Николаева Л.А.</i> Адсорбционная очистка газовых выбросов от диоксида серы на примере производства гидросульфита натрия	140
<i>Шайхиев И.Г., Дряхлов В.О., Алексеева М.Ю.</i> Применение коронного разряда при мембранном разделении водонефтяных эмульсий	144
<i>Шайхутдинова Л.Р., Смирнова С.В.</i> Концепция построения гидроэнергетической установки с пьезоэлектрическими преобразователями	146
<i>Ширниех А.А.</i> Интенсификация процесса фильтрования на зернистых фильтрах	149
<i>Штолина В.В., Ксенофонтов Б.С.</i> Интенсификация реагентной обработки жиросодержащих сточных вод	152
<i>Шумкова И.Н., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В.</i> Некоторые способы модификации адсорбента на основе отхода водоочистки для увеличения адсорбции нефтепродуктов и снижения водопоглощения	155
<i>Югина Н.А., Хабабрахманова А.И., Шулаев М.В.</i> Применение гуминового препарата для интенсификации биоочистки сточных вод	159
<i>Якунин С.А., Шипилова Р.Р., Шагидуллин А.Р.</i> Оценка пространственного распределения тяжелых металлов в приземном слое атмосферного воздуха на территории города Казани	162
<i>Платонова М.С., Гоголь Э.В.</i> Модель мониторинга диоксинов на основе анализа содержания прекурсоров в атмосферном воздухе	166
<i>Платонова М.С., Гоголь Э.В.</i> Деструкция хлорорганических соединений ферментными комплексами	169

<i>Залаяев А.И., Желовицкая А.В.</i> Система ионообменной доочистки сточных вод гальванического производства	172
<i>Ильин Е.Н., Желовицкая А.В.</i> Извлечение нефтепродуктов из водных сред методом флотации	176
<i>Ильин Е.Н., Желовицкая А.В.</i> Разработка флотационной установки для извлечения нефтепродуктов из водных сред	179
<i>Юркеева В.В., Желовицкая А.В.</i> Анализ способов очистки стоков, образующихся на территории АЗС и производствах переработки нефтепродуктов	183
<i>Юркеева В.В., Желовицкая А.В.</i> Устройства очистки стоков от нефти и нефтепродуктов	187
<i>Биканова А.А., Мальцева С.А., Григорьева И.Г.</i> Минимизация техногенного воздействия фенола, содержащегося в сточной воде химического предприятия, на окружающую среду	191
<i>Биканова А.А., Мальцева С.А., Григорьева И.Г.</i> Минимизация избыточного выноса взвешенных веществ с осветленной водой при разделении иловой смеси во вторичных отстойниках БОС	194
<i>Шакиров А.С., Мальцева С.А., Григорьева И.Г.</i> Разработка технологической схемы биологической очистки сточных вод	198
<i>Шакиров А.С., Мальцева С.А., Овчинников В.В.</i> Расчет технологических параметров аэротенка-вытеснителя	201
<i>Шебеда М.М., Гоголь Э.В.</i> Утилизация аккумуляторов	206
<i>Кашина С.К., Гоголь Э.В.</i> Система автоматизированного полива и проветривания растений для уменьшения уровня нитратов в стоке	209
Направление 2. Экологически чистые материалы и технологии	212
<i>Гаврилов М.М., Никитченко Н.В., Пименов А.А.</i> Малоотходная технология переработки осадков сточных вод	212
<i>A.J. Morais, S. Morais (Ivanova), A.D. Basto,</i> A proposal for using in the ceramic industry fibers of clothing waste and recycling from textile to product ceramic elements (bricks)	215
<i>Ольшанская Л.Н., Чернова М.А., Баканова Е.М.</i> Разработка способов использования твердых отходов в качестве вторичных материальных ресурсов	222
<i>Третьякова А.Б., Бикташева Л.Р.</i> Изменение микробного сообщества почв под влиянием нефтяного загрязнения	226
<i>Трухан О.В., Хусаинов Р.М., Гильманов Р.З., Зайнуллин А.М., Хусаинова Э.Р.</i> Синтез 2-диазо-4,6-динитрофенола в лабораторных условиях с заданным размером кристаллов	231
<i>Трухан О.В., Хусаинов Р.М., Гильманов Р.З., Сафронов П.О., Грачев Е.С., Агмалова Д.К., Иванкина А.И., Камарова Г.Н.</i> Ударный капсульный состав для капсулей воспламенителей центрального боя	233

<i>Шаринов Х.Б., Сафаров М.М.</i> Исследование термического разложения метатитановой кислоты при получении рутильного диоксида титана	235
<i>Шавалеева С.М., Домрачева Ю.К.</i> Получение дихроичных покрытий на стекле методом магнетронного напыления	239
<i>Гоголь Э.В., Фаткузаманов А.Р.</i> Автоматизация процессов добычи нефти	241
Направление 3. Экологический мониторинг и контроль	245
<i>Бельтюкова М.А.</i> Исследование свойств некоторых нефтяных сорбентов, используемых при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов	245
<i>Васильева М.А., Шипилова Р.Р., Шагидуллин А.Р.</i> Оценка локального уровня загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха по составу депонирующих сред	249
<i>Васильева М.А., Шипилова Р.Р., Шагидуллин А.Р.</i> Анализ вероятности превышения пороговых концентраций примесей в атмосферном воздухе в зонах автомагистралей г. Казани	252
<i>Вершинин А.А., Каримуллин Л.К., Петров А.М., Князев И.В.</i> Оценка состояния рекультивированных серых лесных почв при разном остаточном содержании нефтепродуктов	256
<i>Воробьев Е.В., Орехова Ю.В., Куликова О.А.</i> Исследование многолетней динамики сульфатного загрязнения в Пролетарском водохранилище	259
<i>Воробьев Е.В., Усова Е.В., Назарянц А.А.</i> Проблемы мониторинга трансграничных водоемов на примере рек Миус и Северский Донец	262
<i>Габдрахманова А.И., Новикова К.Н., Шагидуллин А.Р.</i> Модели расчета концентраций примесей в приземном слое атмосферного воздуха	265
<i>Газизова А.Ф., Мингазетдинов И.Х.</i> Теоретическая модель очистки сточных вод магнитными наночастицами	270
<i>Галиахметова Л.К., Шурмина Н.В., Богданова О.А., Шакирова И.И., Иванов Д.В., Зиганшин И.И.</i> Оценка качества поверхностных вод особо охраняемых озер Республики Татарстан по гидрохимическим показателям	272
<i>Ибрагимова А.А., Шагидуллин А.Р.</i> Использование открытых геоданных и преобразование координат в местную систему координат Республики Татарстан для обеспечения привязки источников загрязнения атмосферного воздуха	276
<i>Каримуллин Л.К., Петров А.М., Вершинин А.А.</i> Динамика биологической активности нефтезагрязненной светло-серой лесной почвы	281
<i>Кузнецова И.В., Тимофеева С.С.</i> Особенности формирования геоэкологической безопасности урбанизированных территорий	284
<i>Кулагина В.И., Сунгатуллина Л.М., Андреева А.А., Рязанов С.С.</i> Использование численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов для биомониторинга и оценки почв	289

<i>Пономарёва А.А., Потапов К.О.</i> Особенности формирования состава микобиоты железнодорожных путей и прилегающей территории	293
<i>Проничева К.А.</i> Оценка загрязненности атмосферного воздуха вблизи санкционированной свалки	297
<i>Проничева К.А.</i> Особенности загрязнения почв нефтепродуктами	299
<i>Табаева Р. К., Строганов В.Ф., Амельченко М.О.</i> Проблема загрязнения окружающей среды Республики Татарстан промышленными предприятиями	302
<i>Тимофеева С.С., Тимофеев С.С., Дроздова И.В.</i> Оценка экологических рисков при золотодобыче	306
<i>Турабекова А.А.</i> Гидрохимическое исследование поверхностных вод озера Соболековское (Республика Татарстан) в летне-осеннюю межень	310
<i>Утомбаева А.А., Петров А.М.</i> Влияние нефтяных загрязнений на жизнедеятельность одно- и двудольных растений на рекультивированных аллювиальных луговых почвах	314
<i>Zenitova L.A., Tran Y.D.T.</i> The effect of the thickness of the oil layer and dose of the hydrophobic material grafted onto polyurethane foam and chitin on the oil capacity	318
<i>Шурмина Н.В., Петров А.М., Мустафина Л.К., Богданова О.А., Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р.</i> Роль цеолитов при обработке осадков сточных вод негашеной известью	321
<i>Кулаков А.А.</i> Влияние ношения маски на параметры простой сенсомоторной реакции	325
<i>Ибрагимова Э.А., Гоголь Э.В.</i> Аналитический контроль меди в депонирующих средах	328
<i>Гисматуллина А.И., Мальцева С.А., Григорьева И.Г.</i> Исследование содержания никеля(II) в природной воде методом пламенной атомной абсорбции	331
<i>Байбакова Е.В., Тунакова Ю.А., Валиев В.С.</i> Сравнительный анализ подходов к регулированию антропогенной нагрузки на водные экосистемы	334
<i>Иванов Д.В.</i> Оценка уровня загрязнения донных отложений водных объектов Республики Татарстан нефтепродуктами	339
<i>Шебеда М.М., Гоголь Э.В.</i> Количественное определение свинца в депонирующих средах методом ионометрии	342
<i>Чумарова К.С., Гоголь Э.В.</i> Определение концентрации ионов кадмия в депонирующей среде с использованием ионоселективного электрода и рН-метра	345
<i>Шамсулина Р.И., Тунакова Ю.А., Валиев В.С.</i> Оценка вклада выпусков МУП Водоканал в формирование фонового уровня загрязнения поверхностных вод	348

Направление 4. Экологическая химия	351
<i>Холиков М.С., Юнусов М.Ю., Шарифов Д.А., Бадалов А.</i> Термодинамические характеристики процесса парообразования технического масла LUMIX TRANSMISSION OIL TM- 5-18 80-90APT GL-5	351
<i>Овчинников В.В.</i> Синтез этилен-диамидо-диизопропилен-О,О'-динатрий-дифосфоната, образующего комплексы с ионами кальция и магния	354
<i>Романова С.М., Сабирова Д.И., Мадыкина А.М., Хафизова Д.Р.</i> Исследование возможности утилизации устаревших порохов методом химической модификации	358
<i>Тимофеева С.С., Бадиенкова Г.М., Шуплецова И.Д.</i> Фармацевтический мусор как новая экологическая проблема Байкальского региона	362
<i>Холиков М.С., Халилов И.Х., Нажмудинов Ш.З., Бадалов А.</i> Процесс парообразования технического масла CASTROL MAGNATE DIESEL 10W-40	367
<i>Шавалеева С.М., Бурганов А.И.</i> Мутномер HI98713-02 для определения содержания взвешенных веществ в сточных водах текстильного производства	370

ХИМИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ – XX

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ),
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ТАТАРСКОЙ АССР**

Казань, 28 – 30 сентября 2020 г.

Материалы конференции опубликованы в авторской редакции.
За содержание докладов и перевод на английский язык ответственность несут авторы

Компьютерная верстка – Р.Р. Шипилова

Отпечатано в изд-ве ИП Сагиева А.Р.
420073, г. Казань, ул. Ад. Кутуя, 116

Заказ № 468 от 29.10.20 г.
Формат 60х84 1/8. Усл. печ. л. 47,5.
Бумага офсет 80 г. Печать ризографическая.
Тираж 25 экз.



ISBN 978-5-6045150-1-3



9 785604 515013